COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 NOVEMBRE 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADEMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note accompagnant la présentation d'un Ouvrage relatif aux méthodes nouvelles de la Mécanique céleste ;* par M. POINCARÉ.

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie du premier fascicule du second Volume de mon Ouvrage intitulé : « Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste ».

» Ce fascicule est consacré à l'exposition et à l'extension des méthodes de MM. Newcomb et Lindstedt. M. Newcomb est parvenu à faire disparaître, dans les développements des coordonnées des astres, les termes dits *seculaires,* où le temps sort des signes trigonométriques. Les séries auxquelles il parvient sont, il est vrai, divergentes au sens que les géomètres donnent à ce mot, mais, à la façon de celle de Stirling, elles

peuvent conduire, pratiquement, à des résultats suffisamment approchés.

» Voici quelle est la forme que prennent les développements de M. Newcomb, après les modifications que j'y ai introduites. Les coordonnées des trois corps sont développées suivant les puissances des masses et de quatre constantes d'intégration, que j'appelle α_1, α_2, α_3, α_4, et qui jouent le rôle des excentricités et des inclinaisons.

» Chacun des termes du développement est une fonction périodique de six arguments, que j'appelle $\omega_1, \omega_2, \omega'_1, \omega'_2, \omega'_3, \omega'_4$ (ou plutôt des différences de ces six arguments). Les dérivées $\frac{d\omega_i}{dt}$ et $\frac{d\omega'_i}{dt}$ sont des constantes qui sont elles-mêmes développables suivant les puissances des masses et des constantes α_i; j'ajoute que $\frac{d\omega'_i}{dt}$ s'annule avec les masses; les dérivées $\frac{d\omega_i}{dt}$ ne sont autre chose que les moyens mouvements.

» En outre, les coordonnées des trois corps vont dépendre des constantes α_i et des arguments ω'_i, d'une manière toute particulière; elles seront, en effet, développables suivant les puissances des $\alpha_i \cos\omega'_i$ et des $\alpha_i \sin\omega'_i$. Si, dans nos expressions, on annule tous les α_i, on retombe sur des séries convergentes qui représentent une solution particulière remarquable, qui est celle que j'ai appelée *solution périodique de la première sorte*.

» Ces résultats auraient pu échapper à l'analyste qui serait simplement parti des équations du mouvement et aurait essayé d'y satisfaire, en y substituant des expressions de cette forme. Pour que cela soit possible, il faut, en effet, qu'une infinité de conditions de forme assez compliquée soient remplies à la fois. Elles le sont, en effet, mais celui qui aborderait le problème par cette voie pourrait bien ne pas le voir du premier coup d'œil.

» Au contraire, l'emploi de la méthode de Jacobi, exposée dans les *Vorlesungen über Dynamik,* rend presque évidente la possibilité du développement. J'ai donc dû diviser le problème en deux parties : démontrer d'abord, par les procédés de Jacobi, la possibilité du développement et revenir ensuite aux équations du mouvement sous leur forme ordinaire, pour déterminer les coefficients.

» Ce mode d'exposition n'est pas sans inconvénient; on risque, en effet, de rebuter le lecteur par d'innombrables changements de variables, qui sont nécessaires pour démontrer la possibilité du développement, mais que l'on n'aurait pas à effectuer dans le calcul des coefficients.

» Ce détour peut être évité par l'emploi d'une méthode un peu diffé-

rente, qui a aussi l'avantage d'abréger les calculs. Je commencerai le second fascicule par l'exposition de cette méthode, et je ne veux ici qu'en indiquer le principe.

» Les équations de la Dynamique peuvent s'écrire

$$(1) \qquad \frac{dx_i}{dt} = \frac{dF}{dy_i}, \qquad \frac{dy_i}{dt} = -\frac{dF}{dx_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Proposons-nous alors d'exprimer les x_i et les y_i en fonctions périodiques de n paramètres $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$; posons d'ailleurs

$$n_k = \frac{d\omega_k}{dt};$$

et supposons que les n_k soient des constantes. Nos équations (1) deviennent alors

$$(2) \qquad \sum n_k \frac{dx_i}{d\omega_k} = \frac{dF}{dy_i}$$

et

$$(3) \qquad \sum n_k \frac{dy_i}{d\omega_k} = -\frac{dF}{dx_i}.$$

» Mais, au lieu d'envisager ces deux équations (2) et (3), il est plus avantageux d'opérer autrement. Soit

$$(4) \qquad F = \text{const.}$$

l'équation des forces vives; soient ensuite $x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0$ n constantes quelconques (comme, dans la plupart des cas, les variations des x_i sont petites, nous choisirons x_i^0 peu différent de la valeur moyenne, autour de laquelle oscille x_i). Soit S une fonction auxiliaire des ω_k définie par l'équation

$$(5) \qquad dS = \sum (x_i - x_i^0)\, dy_i,$$

d'où

$$(6) \qquad \frac{dS}{d\omega_k} = \sum (x_i - x_i^0) \frac{dy_i}{d\omega_k}.$$

» Alors, au lieu de nous servir, pour déterminer les x_i et les y_i, des équations (2) et (3), nous nous servirons des équations (3), (4) et (6). Les équations (2) en sont, en effet, une conséquence immédiate.

» Le même principe est applicable, *mutatis mutandis*, au problème des trois corps. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'existence de centres nerveux distincts pour la perception des couleurs fondamentales du spectre;* par M. A. CHAUVEAU.

« Dans la théorie Yung-Helmholtz, sur le mécanisme de la perception des sensations lumineuses colorées, la sélection des couleurs fondamentales peut être supposée accomplie ou par les éléments impressionnables de la rétine, ou par les conducteurs centripètes qui transportent les excitations lumineuses au *sensorium commune*, ou par les cellules perceptrices auxquelles aboutissent les tubes nerveux conducteurs dans le centre cérébral. Ou bien encore on juge nécessaire d'attribuer, à chacune de ces trois sortes d'éléments, l'indépendance et l'adaptation physiologique spéciale qui créent l'aptitude à la vision séparée des couleurs fondamentales.

» Jusqu'à présent, on ne s'est guère occupé, du moins explicitement, que de la spécialisation possible des organes périphériques, tubes nerveux et rétine, particulièrement des éléments de la couche des cônes. N'est-il pas possible de démontrer que les cellules des centres percepteurs participent aussi à cette spécialisation? J'ai rencontré un nouveau fait qui est favorable à l'admission de cette participation. Il me paraît utile de le faire connaître. Ce fait, je l'ai cherché inutilement pendant bien longtemps. Si le hasard, qui me l'a fait rencontrer après tant d'efforts infructueux, avait leurré l'idée instigatrice qui dirigeait ces efforts, si mon fait n'avait pas réellement la signification que je lui attribue, il n'en resterait pas moins intéressant et curieux.

» Le raisonnement qui a servi de base logique à mes nouvelles recherches est bien simple. On sait quelle marche suit l'assoupissement des organes des sens au moment du sommeil normal ou du sommeil provoqué. Cet assoupissement est loin d'être simultané, et il en est de même du rappel de l'activité au moment du réveil. La simultanéité n'existe même pas pour les sensations diverses qui ont leur siège dans un seul et même organe. La peau, par exemple, ne perd ni ne récupère exactement au même moment l'aptitude aux sensations de tact, de douleur, de chaleur. On sait, de plus, que le rôle essentiel est joué, dans ces phénomènes d'anéantissement et de résurrection, par le système nerveux central, c'est-à-dire par les cellules spécialisées des centres psychiques et, dans une certaine mesure, par celles des noyaux gris auxquels aboutissent les tubes nerveux du système périphérique. En effet, les organes de ce système périphérique ne perdent pas

nécessairement leur activité propre pendant le sommeil. Ainsi, sur l'homme profondément endormi, incapable d'éprouver la moindre sensation visuelle quand on lui entr'ouvre les paupières, la rétine et les tubes du nerf optique conservent parfaitement la propriété de conduire à la moelle allongée les excitations lumineuses qui provoquent le resserrement réflexe de la pupille.

» Il est donc bien établi que les cellules perceptrices des centres nerveux préposés à l'exercice des diverses sensations perdent et recouvrent leur activité avec une inégale rapidité, au moment du sommeil et au moment du réveil. Alors n'est-on pas autorisé à supposer que cette inégalité peut se retrouver dans les trois sortes de cellules centrales qu'on suppose présider à la perception de chacune des trois couleurs fondamentales admises par Yung? Si donc l'expérimentation et l'observation démontraient qu'au début et à la fin de la phase du sommeil, la perception des couleurs fondamentales n'a plus lieu qu'avec éclipse fugitive de l'une ou l'autre d'entre elles, cette lacune ne démontrerait-elle pas, du même coup, que les cellules perceptrices du rouge, du vert et du violet existent en réalité et qu'elles ne sont pas influencées exactement de la même manière par le sommeil?

» Voilà mon raisonnement. Je dirai de suite que les recherches méthodiques qu'il m'a inspirées tout d'abord ont complètement avorté : non pas qu'elles ne fussent susceptibles de réussir à donner une solution ferme en plaidant pour ou contre mon idée préconçue; mais la constatation des résultats était soumise à tant d'aléas que j'ai fini par me rebuter et par abandonner mon entreprise. Il s'agissait, en effet, de s'assurer si les trois couleurs fondamentales étalées à l'aquarelle sur un tableau de papier blanc, convenablement placé dans ma chambre à coucher, seraient toutes vues ou non, avec leur teinte et leur valeur réelles, au moment du réveil. Or, voici ce qui m'arrivait toujours : ou bien je me réveillais avant que le jour fût suffisamment vif; ou bien, j'étais placé, au moment du réveil, de manière à ne pas voir le tableau que j'avais à contempler; ou bien enfin, et ceci était le plus fréquent, j'avais complètement oublié, à l'instant où j'ouvrais les paupières, la petite opération psycho-physique que j'avais à exécuter.

» Comme je suis doué à un assez haut degré de la faculté de m'endormir à volonté, j'avais esquissé un programme pour l'exécution de ces expériences en plein jour, en me plaçant dans des conditions beaucoup moins aléatoires. Mais, sur ces entrefaites, le hasard me mit en possession

d'une autre méthode de recherches, à laquelle je crus devoir m'attacher exclusivement, parce que, d'une part, elle me donnait de fort beaux résultats et que, d'autre part, elle se rattachait à un ensemble d'autres études dont je m'occupais alors.

» Voici le fait qui m'a mis sur la voie de ma nouvelle méthode.

» Étant endormi dans un wagon, je fus réveillé brusquement par une oscillation un peu plus forte que les autres et j'ouvris immédiatement les yeux : ils me parurent aussitôt, et pendant un instant très court, vivement illuminés en vert; le drap gris clair du compartiment et les housses blanches qui le recouvraient me donnèrent, en effet, l'impression très fugitive d'être teints en beau vert clair. C'était aux premières lueurs du matin. Quoique frappé par cette sorte d'apparition extraordinaire et y pensant assez fortement, je ne tardai pas à me rendormir. Au second réveil, j'éprouvai encore la même sensation d'illumination de mes pupilles en vert. Mais, cette fois, un travail mental, s'opérant pour ainsi dire instantanément et machinalement, rapprocha ce fait des tentatives par lesquelles j'essayais alors de démontrer qu'il y a, pour chacune des couleurs fondamentales, une catégorie spéciale de cellules perceptrices. « Mais, » m'écriai-je intérieurement, la démonstration cherchée, la voilà : les ob- » jets blancs ou gris clair m'ont paru verts, au premier moment du réveil, » parce qu'à ce moment les centres percepteurs du vert étaient seuls » éveillés ! » Je conçus de suite le projet de faire des recherches dans cette direction nouvelle. Quoique encore très aléatoires, ces recherches l'étaient beaucoup moins que celles dont j'avais eu l'idée en premier lieu.

» Il est parfaitement inutile que j'expose en détail toutes mes tentatives, avec les incertitudes, les mécomptes du début, le succès constant réservé à l'expérimentateur lorsqu'il parvient à échapper aux pièges qui l'environnent, à son inattention principalement. Je suis aujourd'hui assez sûr des conditions nécessaires à la production du phénomène, ainsi que du phénomène lui-même, pour me sentir autorisé à résumer comme il suit, dans une très courte formule synthétique, tout ce que j'ai à dire sur ce sujet.

» *Si l'on s'endort sur un siège placé obliquement devant une fenêtre laissant arriver, un peu de côté, sur les deux yeux à la fois, la lumière du ciel éclairé par des nuages blancs, les objets de couleur claire existant dans la chambre paraissent illuminés en vert pendant un très court moment, lorsque les paupières se soulèvent au moment même du réveil. Cette illumination, d'un vert très vif et très pur, lorsque les surfaces ou les objets placés dans le champ visuel sont à peu près blancs, occupe toujours tout ce champ visuel.*

» S'agit-il bien là, en effet, d'un phénomène particulier, inédit, indépendant de tous les phénomènes de coloration induite connus jusqu'à présent? Il m'a été facile de m'en convaincre en l'analysant minutieusement et en le comparant aux autres phénomènes plus ou moins analogues. Tout examen fait, j'ai dû conclure que ce phénomène nouveau ne se manifeste jamais que dans les conditions suivantes, absolument étrangères à la production de ceux qui pourraient en être rapprochés.

» 1° *Le phénomène se produit seulement sur les sujets sortant d'un profond sommeil.*

» 2° *Il n'a lieu que si les paupières se soulèvent immédiatement au moment du réveil.*

» En ce qui concerne la première de ces deux conditions, je ne saurais dire combien d'essais variés j'ai faits pour reproduire les résultats de l'expérience sur l'homme à l'état de veille. Dominé, pendant longtemps, par l'idée que je pouvais bien n'avoir affaire qu'à une forme particulière des résultats obtenus dans l'expérience de l'éclairage latéral, j'ai supposé qu'il suffirait peut-être de se tenir longtemps exposé, les yeux fermés, à la lumière d'un ciel blanc, entrant largement de côté par une fenêtre, pour provoquer l'illumination fugitive en vert au moment du relèvement brusque des paupières. C'était une erreur. Dans ces conditions, j'ai toujours vu apparaître immédiatement, avec leurs couleurs vraies, les objets contenus dans la chambre.

» Donc, *le sommeil préalable est bien la condition* sine qua non *de la manifestation du phénomène de l'illumination en vert, au premier moment de l'irruption de la lumière blanche au fond de l'œil.*

» La seconde condition est non moins indispensable. Il m'est arrivé souvent, ayant perdu le souvenir de l'expérience à laquelle je me livrais, de rester les yeux fermés pendant quelques instants après le réveil : alors l'illumination en vert ne se manifestait pas au moment où les paupières se relevaient.

» D'où j'ai dû conclure que, *pour éprouver la fugitive sensation de vive coloration verte des objets quand les yeux s'ouvrent après le sommeil, il faut que la vue de ces objets frappe les yeux très peu de temps après le réveil.*

» Comment interpréter ce phénomène de perception chromatique? On ne le peut, à mon avis, autrement qu'avec l'aide de la théorie Yung-Helmholtz et en y faisant jouer le principal rôle aux cellules perceptrices des centres nerveux. C'est bien là un de ces cas dans lesquels se révèle l'aptitude de l'œil à analyser la lumière blanche, à y voir seulement l'une de ses

couleurs fondamentales ou la teinte complémentaire, par le fait d'une modalité particulière très fugitive des cellules perceptrices des centres nerveux.

» On remarquera d'abord que l'isolement du vert de la lumière blanche, dans mon expérience, donne une sorte de réalité objective à l'une des couleurs fondamentales admises par Yung. Cet isolement concourt certainement à montrer l'appareil rétinien, ses conducteurs centripètes et les groupes de cellules réceptrices, auxquels ces conducteurs aboutissent dans les centres nerveux, comme étant disposés pour la perception indépendante des trois couleurs fondamentales qui composent la lumière blanche. Les vibrations lumineuses répondant à ces trois couleurs, séparées ou combinées, arrivent sur la rétine et l'excitent chacune à sa manière. Puis les trois excitations colorées, transportées par un conducteur commun ou par des conducteurs spéciaux (ce qui est indifférent), sont amenées chacune à une cellule spécialisée des centres percepteurs, qui en prennent connaissance soit à l'état d'isolement, soit à l'état de combinaison ou de fusion, suivant la diversité des ondes lumineuses impressionnantes.

» Il suffit, comme on voit, dans cette manière de présenter la théorie Yung-Helmholtz, d'admettre l'indépendance et la spécialisation fonctionnelle des cellules centrales préposées à la perception des trois couleurs. Peut-être même la supposition d'une seule espèce de cellules réceptrices suffirait-elle à l'explication cherchée, si l'on admettait que chacune d'elles est douée de trois propriétés distinctes, lui permettant de répondre isolément ou simultanément aux vibrations du rouge, du vert et du violet. Mais, pour la commodité de l'exposition et en me conformant, du reste, à l'exemple déjà donné par Helmholtz, en ce qui regarde les tubes nerveux préposés à la conduction des excitations colorées, je continuerai à raisonner comme si la propriété de perception des couleurs fondamentales appartenait sûrement à trois sortes de cellules spéciales.

» Les choses étant comme nous venons de le supposer, on s'explique très bien que, si un artifice expérimental quelconque vient à éteindre passagèrement l'activité de deux de ces organes percepteurs, la lumière blanche qui frappera la rétine ne pourra être vue qu'avec la couleur à la perception de laquelle est destiné l'organule resté seul actif. Par exemple, si ce sont les cellules préposées à la perception du rouge et du violet qui sont paralysées, l'œil ne percevra que le vert dans la lumière blanche.

» On peut de même supposer que les trois centres, après avoir été pas-

sagèrement paralysés, ne recouvrent pas tous simultanément leur activité. Si ce sont les organes du rouge et du violet qui retardent, le vert, cette fois encore, sera perçu seul dans la lumière blanche, jusqu'au moment où la réviviscence sera complète dans les trois sortes de cellules réceptrices.

» On devine maintenant le parti qui peut être tiré de ces prémisses pour expliquer les caractères du phénomène nouveau dont il est ici question. Notre conclusion, d'accord avec ces prémisses, est conforme aux prévisions exposées au début de cette Note : c'est que l'illumination de l'œil en vert, au moment du réveil, s'explique très bien par un défaut de simultanéité dans la récupération de l'activité des trois centres percepteurs de la lumière colorée. Les cellules du vert sont en très légère avance sur celles du rouge et du violet. D'où la sensation très fugitive d'une belle coloration verte quand le regard, au moment même du réveil, tombe sur une surface blanche.

» Voilà mon explication. Est-elle complète? Le mécanisme de cette très courte illumination en vert ne comporte-t-il pas d'autres facteurs? Il y en a certainement. Ainsi, dans notre dispositif expérimental, quoique les paupières soient fermées, les globes oculaires sont exposés, pendant le sommeil, à l'action de la lumière blanche. L'illumination en rouge pourpre, qui en résulte pour le fond de l'œil, en provoquant une certaine fatigue des organes du rouge pourpre, favorise sans doute du même coup les organes percepteurs du vert. Mais ce ne peut être là qu'une cause simplement adjuvante. Le principal mécanisme de l'illumination en vert, au moment du réveil, réside nécessairement dans une inégale rapidité de la réviviscence des centres préposés à la vision des couleurs.

» Voici, résumées sous forme systématique, les propositions que l'on peut tirer de la présente étude :

» 1° Le vert, par démonstration directe, le rouge et le violet, par déduction, semblent bien avoir droit, physiologiquement parlant, à la qualification de couleurs fondamentales qui leur a été attribuée par Yung;

» 2° Il y a, en effet, dans les centres nerveux, pour la perception de ces couleurs, des cellules distinctes, ou tout au moins douées de trois sensibilités indépendantes : une qui est excitée par les vibrations du rouge, l'autre par celles du vert et la troisième par les vibrations du violet;

» 3° Ces propriétés, assoupies pendant le sommeil, ne reviennent pas simultanément à l'activité. C'est l'aptitude à la perception du vert qui se réveille la première;

» 4° Aussi l'homme endormi près d'une fenêtre, laissant arriver la lumière du ciel à peu près également sur les deux yeux, voit-il, dans la chambre, quand les paupières se relèvent au moment même du réveil, les objets blancs ou gris illuminés fugitivement en vert très vif et très pur;

» 5° L'œil normal possède donc l'aptitude à analyser la lumière blanche et à la décomposer en ses couleurs fondamentales, par un procédé psycho-physique résultant de l'intervention de modalités particulières, plus ou moins fugitives, imprimées aux cellules perceptrices des centres nerveux.

» La netteté tranchante donnée intentionnellement à ces propositions facilitera les objections et les critiques auxquelles donne prise le déterminisme du phénomène exploité dans cette étude, surtout celles que je me propose de présenter moi-même dans une prochaine Note. »

Note sur l'observatoire du mont Blanc; par M. **J. Janssen.**

« L'Académie a bien voulu s'intéresser aux travaux de Physique céleste que j'ai exécutés depuis 1888 au mont Blanc et à la création de l'observatoire que j'ai proposé d'y ériger et auquel se sont si noblement associés de généreux amis des Sciences, dont les noms sont actuellement connus et parmi lesquels nous distinguons, pour la part si grande qu'ils ont voulu y prendre, un Confrère dont le nom restera associé aux plus belles créations astronomiques privées de ce siècle et le Prince qui porte un des grands noms de notre histoire et qui se crée tous les jours des titres de plus en plus nombreux à la reconnaissance de la Science française (1).

» Je viens, dans cette Note, donner à l'Académie des nouvelles des travaux qui ont été exécutés cette année.

» L'Académie se rappelle que tout d'abord j'ai insisté sur la nécessité, pour toute une classe d'observations, de s'établir sur le sommet lui-même,

---

(1) Depuis, à ma demande, les généreux coopérateurs de l'observatoire du mont Blanc se sont constitués en une société dont M. le Président de la République a bien voulu être membre d'honneur et dont le bureau est formé ainsi : M. Léon Say, Président d'honneur; M. Janssen, Président; M. Bischoffsheim, Secrétaire; M. Ed. Delessert, Trésorier; Prince Roland Bonaparte, baron Alphonse de Rothschild, comte Greffulhe, membres.

où les phénomènes sont le plus affranchis des actions perturbatrices des flancs et des surfaces latérales de la montagne. L'année dernière on a exécuté des sondages qui avaient pour but de nous renseigner sur l'épaisseur de la croûte glacée qui recouvre le sommet, en vue de fondations à établir sur le rocher. Ces sondages, commencés par le grand ingénieur M. Eiffel, et dont il a voulu faire les frais, ont été continués par nous.

» Deux galeries, chacune de 23^m de longueur, creusées horizontalement à 12^m environ du sommet en distance verticale, l'une aboutissant à l'aplomb du côté Est de la crête du mont Blanc et l'autre inclinée à 45° environ sur la direction de la première et se dirigeant vers le versant sud, n'ont pas rencontré de rocher.

» Le sommet du mont Blanc est formé par une arête de rochers très étroite et de plus de 100^m de longueur, orientée de l'ouest à l'est. Cette arête, terminée en aiguilles, a été empâtée par la neige qui s'est formée autour d'elle, et il en est résulté une calotte étroite mais très longue, et qui doit être bien plus épaisse du côté nord, c'est-à-dire vers Chamounix, que du côté sud, versant italien d'où viennent les vents moins froids, en sorte que le sommet du mont Blanc est très probablement rejeté d'une manière notable vers la France.

» Les galeries dont nous venons de parler ont déjà fourni d'intéressantes indications sur la température intérieure de cette croûte glacée et la constitution de la neige dans un état particulier qui la constitue. Nous aurons à revenir sur ce point, ainsi que sur la nature des poussières minérales qu'on trouve dans l'eau de fusion de ces neiges.

» Pendant le cours de ces travaux et même, je dois le dire, avant qu'il fût question de les entreprendre, j'avais eu la pensée qu'il ne serait pas impossible d'asseoir l'observatoire sur la neige dure et compacte du sommet. Cette pensée m'était venue à la suite de la lecture des récits des ascensions du siècle dernier, notamment celui de Saussure, qui montraient que les petits rochers situés près du sommet émergent, à peu de chose près comme il y a un siècle et que, dès lors, l'épaisseur de la neige vers le sommet et la configuration de ce sommet lui-même ne subissent que des changements qui doivent osciller autour d'une position moyenne d'équilibre. Sans doute il pourra se produire des changements séculaires analogues à ceux que nous présentent les glaciers eux-mêmes, mais ces changements seront par leur nature même extrêmement lents, et, par suite, peu à craindre.

» Il pourra aussi se produire quelques fissures vers le sommet, mais il

ne paraît pas que ces phénomènes puissent avoir une grande importance.

» Mon ascension au sommet, en 1890, et les conversations avec les guides les plus expérimentés de Chamounix m'avaient confirmé dans cette opinion.

» Ainsi la calotte neigeuse du sommet ne peut subir que des mouvements très lents, ce qu'indique du reste sa position culminante. Il en résulte que, si une construction est agencée de façon à former un tout rigide et que cette construction soit munie des engins propres à lui faire reprendre sa position première, quand elle viendrait à en être écartée, cette construction, dis-je, pourra y être placée avec sécurité et elle n'aura pas à compter avec des mouvements trop rapides pour qu'on puisse aisément y porter remède.

» Mais la question de la stabilité relative des neiges du sommet n'est pas la seule dont j'avais à me préoccuper : il restait encore celle de la résistance que la neige du sommet pouvait offrir pour y asseoir notre édifice. A cet égard on possédait des données générales qui semblaient de nature à encourager cette tentative, mais des données précises manquaient. J'ai donc jugé indispensable de procéder à des expériences. Je rapporterai ici une de celles de ce genre qui m'a paru donner le résultat le plus remarquable.

» Pendant l'hiver, j'avais fait élever, dans une des cours de l'observatoire de Meudon, un monticule de neige de la hauteur d'un premier étage. La neige de ce monticule avait été tassée à la pelle au fur et à mesure de la mise en place de manière à lui donner la même densité que celle qui couvre le sommet du mont Blanc à 1^{m} ou 2^{m} de profondeur, laquelle densité est égale, d'après les mesures prises par M. le lieutenant Dunod, à notre prière, à la moitié environ de celle de l'eau liquide.

» Le sommet de ce monticule ayant été bien nivelé, on commença à y placer, les uns sur les autres, des disques de plomb de 35^{cm} de diamètre, pesant chacun 30^{kg} environ. Les premiers disques firent à peine leur empreinte sur la neige foulée, comme nous venons de le dire. On continua à élever la colonne et, quand elle comprit douze disques, formant un poids d'environ 360^{kg}, on enleva les disques et l'on mesura l'empreinte. Celle-ci fut trouvée de 7^{mm} à 8^{mm}.

» Les jardiniers qui faisaient le travail ne pouvaient en croire leurs yeux. Cette haute colonne de plomb, s'élevant peu à peu sans paraître peser sur la neige, semblait s'y tenir par quelque pouvoir magique. Moi-même, quoique préparé par des remarques et des expériences antérieures

à ces effets, je trouvai que le résultat dépassait mon attente, et j'en fis la base de mes calculs.

» La base de la colonne de plomb mesurait 962^{cq}. Le poids de 360^{kg} donne donc 374^{gr} par centimètre carré ou 3740^{kg} par mètre carré. Ainsi, une construction de 10^{m} sur 5^{m} à la base, qui représente la surface inférieure de celle que nous voulons placer au sommet du mont Blanc, pourrait peser $3740 \times 50 = 187000^{kg}$, et y trouver un appui suffisant en ne s'enfonçant pas même de quelques centimètres.

» Ce résultat montrait que, non seulement la résistance de la neige durcie du sommet permettrait d'y placer notre construction, mais même qu'il suffirait de plans d'appui réalisant la surface de quelques mètres carrés, pour permettre le fonctionnement des vérins destinés à relever la construction en cas d'abaissement.

» Voilà donc deux points acquis : la fixité relative des matériaux qui doivent supporter la construction et leur résistance plus que suffisante à son poids.

» Il restait à prendre les mesures propres à comparer les effets des tourmentes si violentes dont souvent le sommet du mont Blanc est le théâtre. Pour atteindre ce but j'ai eu, dès l'origine, la pensée de donner à notre construction la forme d'une pyramide tronquée, c'est-à-dire ayant une base bien plus large que le sommet, et d'enfouir dans la neige tout son étage inférieur. Par là on donnait à l'édifice une assise considérable et une résistance à l'arrachement intéressant toute la masse de neige environnante et, d'autre part, l'inclinaison même des parois doit favoriser le glissement du vent et diminuer énormément ses efforts.

» Telles étaient les lignes principales du projet. Il restait à réaliser ces idées et à faire un plan précis, permettant de passer à l'exécution.

» Ici, je dois dire que j'ai eu la bonne fortune de rencontrer dans un de mes amis, M. Vaudremer, l'éminent architecte membre de l'Académie des Beaux-Arts, un conseiller précieux. M. Vaudremer, qui approuvait mes idées sur la possibilité de placer une construction sur la neige durcie, voulut bien me donner, tout amicalement, son concours pour le détail des dispositions et des agencements qui devaient assurer à notre édifice une grande rigidité et la faculté de pouvoir être remis en place au besoin. C'est d'après les plans gracieusement dressés sous sa direction par M. Bichoff, son chef d'atelier, que la construction a été faite.

» Cette construction est à deux étages, avec terrasse et balcon. L'ensemble forme une pyramide tronquée, dont la base rectangulaire, laquelle sera enfouie dans la neige durcie, a 10^{m} de long sur 5^{m} de large. Les pièces

du sous-sol sont éclairées par des baies larges et basses, situées en dehors de la neige; l'étage supérieur servira aux observations. Un escalier en spirale règne dans toute la hauteur de l'édifice et dessert les deux étages et la terrasse, au-dessus de laquelle il s'élève même de plusieurs mètres pour supporter une petite plate-forme destinée aux observations météorologiques.

» Tout l'observatoire a des parois doubles pour protéger les observateurs contre le froid. Les fenêtres et ouvertures sont dans le même cas et sont, en outre, munies extérieurement de volets fermant hermétiquement.

» La partie inférieure de l'observatoire est également à double plancher, et possède un système de trappes permettant d'accéder à la neige qui supporte l'observatoire, et d'exécuter les manœuvres des vérins dont on a déjà parlé. L'observatoire sera muni des appareils de chauffage et de tous les objets mobiliers nécessaires pour l'habitation à cette altitude [1].

» L'observatoire a été démonté et transporté à Chamounix par les soins de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée. Quant aux travaux exécutés au mont Blanc lui-même, ils sont les suivants :

» 1° Édification, aux Grands-Mulets, d'un chalet destiné aux travailleurs et aussi à abriter les matériaux de l'observatoire du sommet. Ce chalet, terminé de bonne heure, a déjà beaucoup servi à nos travailleurs.

» 2° Construction et mise en place d'un chalet au grand Rocher-Rouge, en un point qui est à 300^m seulement du sommet et très bien situé pour servir d'observatoire au besoin et d'habitation aux travailleurs qui, l'année prochaine, doivent entreprendre les travaux du sommet.

» 3° Transport des trois quarts environ des matériaux de l'observatoire du sommet aux Grands-Mulets (3000^m) et du quart au Rocher-Rouge (4500^m).

» L'année prochaine, on devra achever ces transports et commencer l'érection de l'observatoire du sommet. On devra également s'occuper de la coupole astronomique qui doit compléter l'observatoire.

» Il est impossible de dire dès aujourd'hui quel sera l'état précis des constructions achevées l'année prochaine, car cela dépendra surtout de l'état de l'atmosphère pendant la période si courte qui peut être utilisée pour ces travaux si difficiles.

» On sait déjà que M. le Dr Capus, l'héroïque compagnon de M. Bon-

---

(1) Il est intéressant de rappeler ici que l'année dernière, au mois de septembre, j'ai fait placer au sommet du mont Blanc un édicule, réalisant, sur une plus petite échelle, la construction dont nous parlons ici, et que cet édicule, pendant quinze mois, s'est très bien comporté et n'a pas subi de déplacements sensibles.

valot dans le célèbre voyage au Pamir, a bien voulu nous promettre son concours pour certaines observations au sommet.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que l'observatoire aura un caractère international et sera ouvert à tous les observateurs qui désireront y travailler.

» En terminant, je veux remercier nos travailleurs qui ont réalisé dans le transport des matériaux au milieu de ces glaciers de véritables prodiges de force et de courage. Les charges ordinaires des porteurs au mont Blanc sont de 12^{kg} à 15^{kg}; or un grand nombre de nos travailleurs ont porté jusqu'à 28^{kg} et 30^{kg}.

» Nous n'avons eu à déplorer aucun accident, ce dont je suis bien heureux. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois de dilatation des liquides, leur comparaison avec les lois relatives aux gaz et la forme des isothermes des liquides et des gaz;* par M. E.-H. Amagat.

« 1° L'eau faisant exception sera l'objet d'une Note à part. Les Tableaux qui suivent suffiront pour montrer l'ensemble des lois qui pouvaient du reste, jusqu'à un certain point, être prévues d'après celles relatives aux gaz que j'ai exposées dans ma dernière Note (14 novembre).

Éther $\alpha = \frac{1}{V}\frac{\Delta V}{\Delta t} = 0{,}00\ldots.$ (N° 1).

Pressions.	Entre 0° et 20°.	20°—40°.	40°—60°.	60°—80°.	80°—100°.	100°—138°.	138°—198°.
50^{atm}.........	1511	1687	1779	1947	2112	»	»
100............	1445	1523	1649	1782	1904	»	»
200............	1319	1390	1469	1522	1614	1749	2156
300............	1235	1271	1333	1366	1418	1502	1694
400............	1153	1193	1225	1250	1305	1327	1436
500............	1094	1117	1143	1157	1175	1216	1278
600............	1045	1060	1074	1086	1098	1115	1165
700............	0999	1006	1027	1032	1026	1040	1078
800............	0958	0961	0985	0981	0962	0983	1008
900............	0926	0931	0940	0922	0931	0923	0946
1000............	0900	0900	0905	0894	0888	0880	0890

Alcool $\alpha = 0{,}00\ldots.$ (N° 2).

Pressions.	0°—20°.	20°—40°.	40°—60°.	60°—80°.	80°—100°.	100°—198°.
50^{atm}...............	1035	1077	1166	1238	»	»
100................	1004	1039	1119	1199	1319	»
200................	0952	0984	1038	1113	1216	1860
300................	0908	0932	0979	1043	1131	1621
400................	0873	0894	0933	0974	1066	1456
500................	0848	0854	0890	0929	1009	1330
600................	0822	0819	0862	0887	0956	1231
700................	0790	0793	0832	0853	0902	1160
800................	0757	0777	0796	0824	0871	1096
900................	0742	0756	0776	0799	0832	1039
1000................	0728	0733	0754	0773	0807	0987

$\alpha = 0,00\ldots.$ (N° 3).

Pressions.	Éther 0°—20°,2.	Éther 20°,2—50°,0.	Alcool 0°—19°,8.	Alcool 19°,8—40°,4.	Chlorure d'éthyle 0°—8°,5.	Chlorure d'éthyle 8°,5—44°,0.	Sulfure de carbone 0°—19°,4.	Sulfure de carbone 19°,4—49°,2
500^{atm}.	1093	1117	0835	0873	1110	1203	»	»
1000...	0894	0905	0719	0725	0840	0983	0807	0835
1500...	0752	0788	0664	0643	0744	0848	0724	0711
2000...	0680	0699	0609	0603	0666	0759	0652	0670
2500...	0633	0620	0562	0559	0651	0688	0616	0612
3000...	0579	0571	0535	0512	»	»	0566	»

» Les autres liquides étudiés conduisent à des résultats analogues.

» *Variation du coefficient de dilatation avec la pression.* — Le coefficient de tous les liquides étudiés, sauf l'eau, diminue régulièrement quand la pression augmente.

» Il serait facile de voir au moyen du Tableau des valeurs de $\frac{d\alpha}{dp}$ que cette décroissance diminue très rapidement quand la pression croît.

» Ces variations sont de l'ordre de grandeur de celles du coefficient de compressibilité; on voit que, pour l'éther, par exemple, le coefficient de dilatation à 3000 atmosphères est réduit de presque les deux tiers de sa valeur aux pressions voisines d'une atmosphère; cette diminution pouvait être prévue d'après l'ensemble des lois relatives aux gaz; les liquides, en effet, se conduisent ici, comme l'acide carbonique dans la région du réseau ou du Tableau (*loc. cit.*), où le maximum relatif à la pression est dépassé (c'est-à-dire au-dessous des coefficients placés entre parenthèses); il n'est pas douteux qu'à des températures plus élevées, l'éther, l'alcool et les autres liquides présenteraient ce maximum dans les mêmes conditions que l'acide carbonique et l'éthylène.

» *Variation du coefficient de dilatation avec la température.* — Les Tableaux ci-dessus montrent que le coefficient croît d'abord régulièrement avec la température; cet accroissement $\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)$ diminue quand la pression croît; pour l'éther, sous la pression de 1000 atmosphères, il est devenu sensiblement nul, aux erreurs possibles près; pour l'alcool, au contraire, sous la même pression, l'augmentation du coefficient avec la température est encore très notable; on se rendra facilement compte de cette différence si l'on se rapporte à ce qui a été dit relativement à l'acide carbonique (*loc. cit.*) pour la région du Tableau où ses propriétés peuvent être rapprochées de celles des liquides proprement dits; on peut prévoir, en effet, qu'en élevant successivement la température, les coefficients de l'alcool et de l'éther tendraient, comme celui de l'acide carbonique, vers un maximum se produisant à une température d'autant plus élevée que la pression

est plus forte; il est donc naturel que l'alcool, dont la température critique est notablement plus élevée que celle de l'éther, soit, à température égale, plus loin que ce dernier d'avoir atteint le maximum en question; l'alcool, sous la pression de 1000 atmosphères et dans les limites de température du Tableau, est encore dans la période où son coefficient croît, tandis que celui de l'éther a déjà atteint le maximum, puisqu'il est devenu sensiblement constant.

» Les résultats du Tableau (n° 3) sont compris dans des limites trop restreintes de température pour pouvoir examiner ces variations, qui paraissent, ainsi qu'on peut le prévoir d'après ce qui précède, être réduites sous les fortes pressions à l'ordre de grandeur des irrégularités expérimentales évidentes; pour le chlorure d'éthyle cependant, un accroissement encore notable du coefficient avec la température paraît subsister; cette circonstance me fait craindre qu'une erreur de lecture ou de transcription se soit produite sur l'une des températures; il me serait d'autant plus difficile de contrôler le fait, que je n'ai fait avec ce corps qu'un nombre très restreint de séries, et que les autres n'ont point porté sur le même échantillon.

» 2° *Sur la forme des isothermes des liquides et des gaz.* — J'ai déjà fait remarquer que les isothermes des gaz (en prenant pour coordonnées : p sur les abscisses et pV sur les ordonnées) se transformaient après l'ordonnée minima et d'autant plus rapidement que la température est moins élevée en parties presque rectilignes, tout au moins quand on en prend seulement une faible étendue. L'importance de ce point consistait en ce que le coefficient angulaire de ces lignes, si elles eussent été rigoureusement droites, eût donné de suite la valeur du volume limite, c'est-à-dire le terme a de la parenthèse $(v - a)$ des divers types de formules $\varphi(ptv)$. En réalité, ces lignes ne sont point droites, comme je l'avais d'abord pensé, elles présentent du côté des abscisses une légère concavité (*voir* le réseau de l'acide carbonique) qui ne laisse plus aucun doute dans les limites de pression de mes dernières recherches. On peut se demander si cette courbure ne disparaîtrait pas sous des pressions suffisantes ou à des températures suffisamment élevées; il est également intéressant d'examiner au même point de vue la forme des isothermes des liquides rapportées aux mêmes coordonnées.

» La concavité en question se traduisant par une diminution du coefficient angulaire de la tangente, j'ai dressé pour plusieurs gaz et quelques liquides les Tableaux suivants des valeurs de ce coefficient entre les limites successives de pression indiquées à la première colonne verticale et à diverses températures.

» Il faut tenir compte, dans la comparaison de ces coefficients, de ce que les Tableaux qui ont servi à les calculer sont rapportés, tant pour les liquides que pour les gaz, à la masse de fluide qui occupe l'unité de volume à zéro et sous la pression de 1^{atm}.

$$\frac{P'V' - PV}{P' - P} = \varepsilon \quad (\text{n}^\circ\ 4).$$

Limites des pressions.	Eau.		Éther.		Alcool.		Sulfure de carbone.	
	0°,00.	48°,85.	0°,00.	49°,95.	0°,00.	40°,35.	0°,00.	49°,15.
de 1^{atm} à 500^{atm}.....	0,9764	0,9902	0,9473	»	0,9615	0,9950	0,9671	»
500 1000......	0,9355	0,9541	0,8785	0,9097	0,9072	0,9286	0,9162	»
1000 1500......	0,9047	0,9248	0,8395	0,8603	0,8702	0,8880	0,8811	0,9049
1500 2000......	0,8782	0,8990	0,8083	0,8259	0,8426	0,8580	0,8539	0,8719
2000 2500......	0,8562	0,8773	0,7874	0,7998	0,8214	0,8334	0,8301	0,8463
2500 3000......	0,8388	0,8583	0,7616	0,7829	0,8044	0,8148	0,8123	»

ε (n° 5).

Limites des pressions.	Eau.			Éther.			Alcool.		
	0°,0.	100°,0.	199°,0.	0°,0.	100°,0.	198°,0.	0°,0.	100°,0.	198°,0.
de 1^{atm} à 200^{atm}....	0,9900	1,0330	»	0,9740	1,0337	»	0,9823	»	»
200 400......	0,9714	1,0145	1,1058	0,9342	1,0286	1,1021	0,9530	1,0349	1,1394
400 600......	0,9545	0,9978	1,0780	0,9050	0,9744	1,0314	0,9296	0,9967	1,0701
600 800......	0,9391	0,9830	1,0534	0,8822	0,9396	0,9862	0,9110	0,9673	1,0297
800 1000......	0,9250	0,9692	1,0317	0,8629	0,9140	0,9488	0,8935	0,9450	0,9928

$\varepsilon = 0,00....$ (N° 6).

	Hydrogène.		Azote.		Air.		Oxygène.
	0°,0.	47°,3.	0°,0.	43°,6.	0°,0.	45°,1.	0°,0.
de 500^{atm} à 1000^{atm}...	0732	»	»	»	»	»	1158
1000 1500.....	0690	0693	1300	1316	1264	1261	1106
1500 2000.....	0638	0643	1213	1233	1190	1206	1054
2000 2500.....	0612	0618	1186	1176	1130	1147	1015
2500 3000.....	0579	0588	1154	1168	1063	1090	0971

$\varepsilon = 0,00....$ (N° 7).

	Hydrogène.			Éthylène.		Acide carbonique.	
	0°,0.	99°,25.	200°,5.	0°,0.	100°,0.	0°,0.	100°,0.
de 200^{atm} à 400^{atm}....	0725	0727	0730	2357	»	1715	»
400 600.......	0742	0725	0732	2180	2195	1607	1635
600 800.......	0730	0725	0719	2080	2157	1542	1617
800 1000.......	0712	0720	»	2002	2090	1490	1550

» On voit que, pour les liquides comme pour les gaz, les isothermes présentent une légère courbure tournée vers l'axe des abscisses; entre les mêmes limites de pression le coefficient angulaire croît avec la température; cet effet est surtout prononcé pour les liquides; il correspond à un évasement du réseau qu'on voit nettement sur celui de l'acide carbonique dans la partie correspondant aux températures inférieures; cet évasement disparaît graduellement quand la température s'élève; pour

les gaz, comme l'hydrogène, l'air et l'azote, la variation avec la température est très peu sensible. Si l'on compare la décroissance de ces coefficients entre les mêmes limites de pression à différentes températures, on ne trouve aucune variation assez nettement indiquée pour en préciser le sens, d'autant que, précisément pour les groupes de séries comportant des limites de température assez étendues, les limites de pression sont restreintes à 1000 atmosphères.

» En face de ces résultats, il est difficile de prévoir si le coefficient angulaire, sous une pression suffisante ou à une température assez élevée, tend vers une valeur limite, dont l'importance résulterait de ce que j'ai dit plus haut. Dans tous les cas, les plus petites valeurs de ces coefficients angulaires doivent être des limites supérieures des plus petits volumes possibles; il pourrait être intéressant de comparer leurs valeurs avec celles des volumes limites résultant des équations réduites; par exemple, pour prendre la forme la plus simple, avec le tiers du volume critique, limite évidente de la réduite de Van der Waals, en tenant compte, bien entendu, du choix de la masse de fluide à laquelle les Tableaux sont rapportés conformément à la remarque qui a été faite plus haut. »

M. **Daubrée** présente, au nom de M. *Nordenskiöld*, un Ouvrage en langue suédoise intitulé : « *Carl-Wilhem Scheeles bref och anteckningar* », *Lettres et annotations au laboratoire de C.-W. Scheele.*

C'est un très beau volume grand in-8°, de xxxix et 490 pages, imprimé avec luxe à l'Imprimerie royale de Stockholm.

Il contient des lettres de l'illustre chimiste, au nombre de 135, adressées à Retzius, à Gahn, à Torbern Bergman et à Hjelm. Il en est une en français, à la date du 30 septembre 1774, écrite à Lavoisier pour le remercier de l'envoi d'un livre.

On est, en outre, redevable à M. Nordenskiöld d'une Introduction, de nombreuses annotations et d'une Table détaillée des divers sujets et des noms d'auteurs dont il est question. Des figures, copiées sur l'original, montrent quelle était la simplicité des appareils qui, grâce à une étonnante perspicacité et malgré les conditions souvent bien difficiles, ont amené de si importantes découvertes. On y trouvera aussi un fac-similé de diverses notes de laboratoire.

Une statue, dont la photogravure a été placée en tête du volume, sera

érigée, de la manière la plus solennelle, le 9 décembre prochain, à ce savant, qui a passé une partie de sa vie obscurément, au fond d'une modeste pharmacie. « Ce serait, écrit M. Nordenskiöld, si la saison n'était pas aussi avancée, une belle occasion pour quelques chimistes français, de venir visiter la patrie de Scheele et de Berzélius. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui désigner deux candidats pour chacune des deux places de Membres titulaires du Bureau des Longitudes, laissées vacantes par les décès de M. *Ossian Bonnet* et de l'amiral *Mouchez*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « treizième Album de Statistique graphique, pour 1892, publié par le Ministère des Travaux publics, sous la direction de M. *Cheysson* ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

2° Le tome I des « Travaux du laboratoire de M. *Charles Richet*, à la Faculté de Médecine de Paris : Système nerveux, Chaleur animale ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Holmes* (*f* 1892), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. **O. Callandreau**. Communiquées par M. Tisserand.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.	Gr.	Comète — Étoile Æ.	Comète — Étoile Décl.	Nombre de compar.
Nov. 15......	*a* 143 BD + 37	7,7	$-0^m.19^s,72$	$+5'.16'',1$	4:4
15......	*a* Id.	»	−0.20,10	+5.11,0	4:4
21......	*b* 126 BD + 36	8,5	+0.18,46	+1.54,3	4:4
21......	*b* Id.	»	+0.18,08	+1.43,2	4:4
21......	*b* Id.	»	+0.17,95	+1.30,4	4:4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1892.		Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Nov. 15.....	*a*	0.43.38,25 (h m s)	+2,93 (s)	+37°.36′.56″,9	+26″,6	Paris (n° 1020)
21.....	*b*	0.41.47,64	+2,86	+37. 2.28,1	+27,2	$Weisse_2$ (n° 1029)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Nov. 15.........	10. 9. 1 (h m s)	0.43.21,46 (h m s)	$\bar{1}$,154	+37°.42′.39″,6	0,260
15.........	10.35.55	0.43.21,08	$\bar{1}$,294	+37.42.34,5	0,295
21.........	9.35.23	0.42. 8,96	$\bar{1}$,091	+37. 4.49,6	0,275
21.........	9.58.39	0.42. 8,58	$\bar{1}$,232	+37. 4.38,5	0,299
21.........	10.47. 8	0.42. 8,45	$\bar{1}$,420	+37. 4.25,7	0,367

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une protubérance solaire remarquable, observée à Rome le* 16 *novembre* 1892. Note de M. **P. Tacchini.**

« Dans ma Note précédente, j'ai dit quelques mots des grandes protubérances observées pendant le troisième trimestre 1892, en rapport avec l'augmentation de l'activité solaire. Entre autres phénomènes importants, observés en octobre, nous avons eu l'occasion de voir une protubérance énorme, le 16 novembre.

» Le 14, au nord du point est du bord, se trouvait une belle protubérance filamenteuse, assez étendue. Le 15, elle était plus élevée que le jour précédent; elle occupait encore 12 degrés du bord. Le 16, au lieu d'une protubérance étendue sur le bord, j'ai observé, à 10 degrés du point est, toujours vers le nord, une protubérance ayant encore la même hauteur que le jour précédent, mais à base très étroite; ses caractères singuliers me firent penser qu'elle pouvait présenter des variations, et, en effet, voici les hauteurs que j'ai déterminées :

16 *novembre* 1892.

Temps de l'observation.	Hauteur.	Temps de l'observation.	Hauteur.
h m	"	h m	"
9. 0	131,8	1. 0	319,2
9.30	145,7	1. 4	346,2
10. 3	158,2	1.19	430,2
10.44	173,9	1.27	464,9
11.30	198,2	1.32	513,5
11.55	212,3	1.33	534,3
12.40	281,7	1.34	534,3
12.53	319,2	1.35	534,3

A 12^h35^m, elle commença à se détacher du bord; à 1^h, sa base, toujours étroite, était déjà à 62″,5 loin du bord; à 1^h4^m, la partie la plus élevée s'étendait à 4′ parallèlement au bord même; à 1^h19^m, la distance entre le bord du Soleil et la protubérance était de 208″. L'augmentation la plus rapide en hauteur s'est produite entre 1^h32^m et 1^h33^m; elle serait de 248^{km} par seconde. Au contraire, si l'on prend l'augmentation totale pendant la durée entière de l'observation, on arrive seulement à $17^{km},6$ par seconde. La partie plus basse de la protubérance s'est éloignée du bord avec une vitesse moyenne un peu moindre, savoir $13^{km},8$; mais on a aussi une augmentation de 186^{km} entre 1^h et 1^h4^m.

» Le spectre de la protubérance était le spectre ordinaire; la raie D^3 était visible aussi à une grande hauteur, mais faible. J'estime qu'on doit considérer le phénomène comme un grand incendie solaire, c'est-à-dire comme un changement d'état de la matière, et un véritable transport [1].

» Après 1^h35^m, des nuages m'ont empêché de continuer les observations; plus tard, à 3^h49^m, j'ai observé de nouveau le Soleil : l'image était bonne, mais la protubérance n'était plus visible ici; elle avait probablement disparu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants universels.* Note de M. **Rabut**, présentée par M. Poincaré.

« Appelons *invariant universel* toute combinaison des éléments d'une figure, qu'une transformation reproduit. Ce sera une fonction des coor-

---

[1] Les dessins et d'autres particularités seront publiés dans les *Memorie*.

données et coefficients différentiels d'une multiplicité d'éléments infinitésimaux de lignes ou de surfaces, distribués arbitrairement dans l'espace. La transformation se réduit aussi à des relations entre les coordonnées et coefficients différentiels d'une multiplicité d'éléments analogues appartenant, les uns à la figure primitive, les autres à la figure transformée. Dans l'espace à deux dimensions, si un élément unique de la première figure est lié à un élément de la seconde, ces relations sont de la forme

$$f(x, y, y', y'', \ldots, y^n, X, Y, Y', Y'', \ldots, Y^N) = 0;$$

l'invariant est fonction des $x_i, y_i, y'_i, y''_i, \ldots$ d'une multiplicité d'éléments courbes. Tout groupe fini admet des invariants universels distincts des invariants différentiels ordinaires; en outre, des groupes infinis dépourvus d'invariants ordinaires ou des invariants universels.

» *Groupe ponctuel.* — Tout invariant intéressant plusieurs points est fonction d'invariants intéressant chacun d'eux. Un faisceau d'éléments concourants doit avoir au moins deux branches pour admettre un invariant relatif, trois pour un invariant absolu. Tout invariant ponctuel est homogène en degré et en poids. Les coordonnées y manquent; les dérivées de même ordre n'y figurent que par leurs différences deux à deux. Pour que $y_a^m - y_b^m$ figure, il faut que les branches a, b aient un contact d'ordre $m - 1$.

» Tout invariant relatif se ramène au type $y_a^m - y_b^m$ qui se reproduit multiplié par $G\left(\frac{dx}{dX_a}\frac{dx}{dX_b}\right)^{\frac{m+1}{2}}$; G, déterminant de la transformation, est, en coordonnées cartésiennes, le *grossissement superficiel*. Pour qu'un invariant soit absolu, il faut et il suffit : 1° que son degré et son poids soient nuls; 2° que la somme du degré et du poids soit nulle pour chaque *souche* (ensemble de branches ayant même tangente). Si la seconde règle est satisfaite, l'invariant se reproduit par G^p, indépendant du faisceau (invariant *semi-absolu*). Pour qu'un invariant ne soit pas identiquement nul ou infini, il faut et il suffit qu'en groupant ses facteurs par séries où deux termes consécutifs ont un indice commun, on ne puisse former aucune *chaîne fermée* ayant une seule maille d'ordre inférieur à celui de toutes les autres.

» Les faisceaux ci-après ont un invariant semi-absolu et un seul :

» 1° Une souche triple invariant :

$$v = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n+1}}{(y_1^n - y_3^n)^{m+2}};$$

» 2° Une souche double, deux simples :

$$r = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{\frac{2}{m+1}}(y'_3 - y'_4)}{(y'_1 - y'_3)(y'_1 - y'_4)};$$

» 3° Deux souches doubles :

$$t = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{\frac{1}{m+1}}(y_3^n - y_4^n)^{\frac{1}{n+1}}}{y'_1 - y'_3};$$

» Les faisceaux ci-après ont un invariant absolu et un seul :

» 1° Une souche triple à trois contacts de même ordre :

$$V_m = \frac{y_1^m - y_2^m}{y_2^m - y_3^m};$$

» 2° Une souche quadruple :

$$W = (y_1^m - y_2^m)^{n-p}(y_1^n - y_3^n)^{p-m}(y_1^p - y_4^p)^{m-n};$$

» 3° Quatre souches simples :

$$U_1 = \frac{(y'_1 - y'_2)(y'_3 - y'_4)}{(y'_1 - y'_3)(y'_2 - y'_4)};$$

» 4° Deux souches doubles, une simple :

$$R = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n-1}}{(y_3^n - y_4^n)^{m-1}}\left(\frac{y'_3 - y'_5}{y'_1 - y'_5}\right)^{mn-1}(y'_1 - y'_3);$$

» 5° Une souche triple, une double :

$$S = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{np-1}}{(y_1^n - y_3^n)^{mp-1}}\left[\frac{(y'_1 - y'_4)^{p+1}}{y_4^p - y_5^p}\right]^{m-n};$$

» 6° Une souche triple, deux simples :

$$T = \frac{(y_1^m - y_2^m)^{n-1}}{(y_1^n - y_3^n)^{m-1}}\left[\frac{(y'_1 - y'_4)(y'_1 - y'_5)}{y'_4 - y'_5}\right].$$

U_1 est le rapport anharmonique des directions de quatre branches. V_2 est le rapport des différences de courbure $\frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1 - \omega_3}$ de trois branches en contact du premier ordre; V_3 le rapport anharmonique déterminé par la tangente commune et les axes d'aberration de trois branches en contact du second ordre; V_4 le rapport anharmonique déterminé par le point de contact et les centres des coniques osculatrices à trois branches en contact du troisième ordre; V_5 celui des quatre tangentes distinctes aux cubiques uni-

cursales osculatrices, avec point double au point de contact, à trois branches en contact du quatrième ordre, etc.

» Tout invariant semi-absolu ayant au moins un facteur d'ordre 1 et un d'ordre arbitraire $m > 1$ (par exemple, r ou t) peut servir de type unique pour exprimer tous les invariants absolus et semi-absolus. Tout invariant absolu remplissant ces conditions (par exemple, R, S ou T) peut servir de type unique pour exprimer tous les invariants absolus.

» *Groupe de contact.* — Tout invariant de contact est invariant ponctuel d'une souche et ne contient ni coordonnées ni dérivées premières. La série des invariants de contact se déduit de celle des invariants ponctuels en majorant d'une unité tous les ordres de dérivation. Dans le faisceau, l'ordre de tous les contacts s'élève simultanément d'une unité. Ainsi l'invariant ponctuel U_1 engendre l'invariant de contact

$$U_2 = \frac{(y''_1 - y''_2)(y''_3 - y''_4)}{(y''_1 - y''_3)(y''_2 - y''_4)},$$

rapport anharmonique des courbures de quatre branches en contact du premier ordre. V_2 disparaît en engendrant V_3, qui subsiste en engendrant V_4, etc.

» La détermination des invariants ponctuels ou de contact d'un faisceau donné ne dépend que d'équations du premier degré. Les invariants de contact, comme les invariants ponctuels, sont les mêmes dans tous les systèmes de coordonnées ponctuelles.

» Aucun groupe embrassant le groupe de contact ne possède d'invariants. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les congruences de droites.* Note de M. E. **Cosserat**, présentée par M. Darboux.

« Soit (T) ou $Mxyz$ un trièdre trirectangle dont la position dépend de deux paramètres u et v et dont le sommet M décrit une surface (M) normale à l'axe des z; x, y étant deux fonctions de u et de v, faisons correspondre à chaque position du trièdre (T) une droite D parallèle à l'axe des z de ce trièdre, les coordonnées du pied de cette droite sur le plan des xy étant les valeurs des fonctions x, y. L'ensemble des droites ainsi obtenues constituera la congruence la plus générale. Supposons que les paramètres u et v soient choisis de façon que la congruence soit rapportée à ses déve-

loppables et adoptons les notations des *Leçons* de M. Darboux; représentons par z_m la cote du milieu du segment déterminé sur D par les points focaux et par 2ρ ce segment; posons

$$\xi' = \xi - q\rho, \qquad \eta' = \eta + p\rho, \qquad \zeta' = \frac{\partial \rho}{\partial \mu} + 2\beta_1 \rho,$$

$$\xi'_1 = \xi_1 + q_1 \rho, \qquad \eta'_1 = \eta_1 - p_1 \rho, \qquad \zeta'_1 = -\left(\frac{\partial \rho}{\partial v} + 2\beta\rho\right),$$

β et β_1 étant deux des symboles de M. Christoffel construits avec l'élément linéaire de la représentation sphérique des développables de la congruence. Les équations du problème sont

$$(1)\quad \begin{cases} \xi' + \dfrac{\partial x}{\partial u} + q z_m - r y = 0, & \xi'_1 + \dfrac{\partial x}{\partial v} + q_1 z_m - r_1 y = 0, \\ \eta' + \dfrac{\partial y}{\partial u} + r x - p z_m = 0, & \eta'_1 + \dfrac{\partial y}{\partial v} + r_1 x - p_1 z_m = 0, \\ \zeta' + \dfrac{\partial z_m}{\partial u} + p y - q x = 0, & \zeta'_1 + \dfrac{\partial z_m}{\partial v} + p_1 y - q_1 x = 0, \end{cases}$$

l'inconnue ρ étant définie par l'équation suivante qui exprime que le système (1), considéré comme déterminant x, y, z, admet une solution

$$\frac{\partial \zeta'}{\partial v} - \frac{\partial \zeta'_1}{\partial u} = p\eta'_1 - p_1\eta' - q\xi'_1 + q_1\xi',$$

c'est-à-dire, par l'équation de M. Guichard,

$$(2)\qquad \frac{\partial^2 \rho}{\partial u\, \partial v} + \beta \frac{\partial \rho}{\partial u} + \beta_1 \frac{\partial \rho}{\partial v} + \left(\frac{\partial \beta}{\partial u} + \frac{\partial \beta_1}{\partial v} + f\right)\rho = 0.$$

» On remarquera que cette équation n'est pas la plus générale des équations linéaires de la même forme.

» *L'équation* (2) *est caractérisée par cette propriété de son adjointe*

$$(3)\qquad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial u\, \partial v} - \beta \frac{\partial \varphi}{\partial u} - \beta_1 \frac{\partial \varphi}{\partial v} + f\varphi = 0$$

d'admettre trois solutions distinctes dont la somme des carrés est égale à 1.

» Le système (1) permet d'aborder les différents problèmes relatifs aux congruences de droites.

» Si l'on suppose que le sommet M du trièdre (T) est fixe, on obtient des résultats équivalents à ceux de M. Guichard.

» Considérons maintenant la détermination de toutes les surfaces (P) sur lesquelles les développables d'une congruence donnée interceptent un réseau conjugué.

» Définissons une pareille surface comme le lieu d'un point P pris sur D et dont les coordonnées par rapport au trièdre (T) soient x, y et $z_m + \rho\theta$; la valeur la plus générale de θ s'obtient de la façon suivante : φ *désignant une solution quelconque de l'équation* (3), *on en déduira* θ *par le système compatible*

$$\frac{\partial(\rho\theta\varphi)}{\partial u} = \quad \varphi\left(\frac{\partial\rho}{\partial u} + 2\beta_1\rho\right) - \rho\frac{\partial\varphi}{\partial u},$$
$$\frac{\partial(\rho\theta\varphi)}{\partial v} = - \varphi\left(\frac{\partial\rho}{\partial v} + 2\beta\rho\right) + \rho\frac{\partial\varphi}{\partial v}.$$

» D'où résulte la généralisation suivante d'une proposition connue sur les congruences formées de normales à des surfaces :

» *Le problème de la détermination des surfaces découpées suivant un réseau conjugué par les développables d'une congruence* (D) *équivaut à celui de la recherche des congruences admettant même représentation sphérique de leurs développables que* (D).

» On peut y adjoindre les résultats qui suivent :

» *Considérons les congruences admettant une représentation sphérique donnée de leurs développables; à toute solution de l'équation* (3) *correspondent, pour chacune de ces congruences, une infinité de surfaces découpées par les développables de cette congruence suivant un réseau conjugué; deux quelconques de ces surfaces appartenant soit à une congruence, soit à deux congruences différentes, ont, aux points correspondants, leurs plans tangents parallèles.*

» Le problème de déterminer toutes les enveloppes de sphères telles que leurs cordes de contact forment la congruence (D) se ramène également, dès qu'on en connaît une solution particulière, à l'intégration de l'équation (3).

» Dans le cas où le réseau (u, v) est formé des asymptotiques de (M), le système (1) n'est autre que celui qui détermine les surfaces correspondant à (M) par orthogonalité des éléments; d'où résulte immédiatement le théorème de M. Ribaucour.

» J'indiquerai, en terminant, une propriété caractéristique des surfaces à courbure totale constante :

» *Si les congruences constituées par les axes optiques d'une surface* (M) *sont formées de normales à des surfaces, cette surface* (M) *est à courbure totale constante* [1]. »

---

[1] Les résultats précédents seront développés ainsi que d'autres propositions, résultant de l'emploi des symboles de M. Christoffel, dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*.

OPTIQUE. — *Sur le passage d'une onde par un foyer.* Note de M. **P. Joubin**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on éclaire par un point lumineux un appareil donnant des anneaux de Newton, ceux-ci ne sont plus localisés et se produisent en tout point de l'espace où se superposent les deux faisceaux réfléchis : l'un sur la face courbe de la lentille convexe qui sert alors de miroir concave, l'autre sur le plan réfléchissant supportant la lentille. On peut donc, en disposant une loupe ou un microscope dans une direction convenable sur le trajet de ces faisceaux, apercevoir les courbes d'interférence à quelque distance qu'on se place de l'appareil.

» Mais, dans ces conditions, il arrive en général que, le premier groupe d'ondes donne, par réflexion sur la lentille, une image réelle du point lumineux et que le deuxième groupe réfléchi sur la lame plane se transforme aussi à travers la lentille en un faisceau convergent donnant une autre image réelle.

» La position de ces deux foyers est d'ailleurs facile à calculer pour une position donnée de la source si l'on connaît le rayon de courbure et l'indice du verre de la lentille. Je me suis proposé de chercher une nouvelle vérification du théorème que M. Gouy a démontré dans son beau Mémoire [1] « Sur la propagation anormale des ondes ». *Une onde sphérique en passant par son foyer prend une avance d'une demi-longueur d'onde.* L'expérience doit se faire d'une façon très démonstrative si l'on remarque que les anneaux de Newton paraissant, par exemple, à centre noir dans les conditions ordinaires, deviendront à centre blanc si on les observe après le premier foyer, pour reparaître à centre noir après le second. C'est ce que j'ai vérifié de la manière la plus nette et la plus facile par le dispositif suivant.

» L'appareil à anneaux (celui qui sert à montrer que les anneaux réfléchis et transmis sont complémentaires) est vertical et éclairé par un point lumineux très petit placé sur son axe de symétrie à une distance d'environ $1^m,20$. Il donne deux foyers situés à peu près : le premier à $0^m,90$, le second à $1^m,10$ de l'appareil et sur un axe très peu incliné sur celui du faisceau incident pour ne pas gêner l'observation. Plaçant alors un microscope grossissant de 10 à 20 fois sur une règle parallèle à l'axe des

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, septembre 1891.

faisceaux réfléchis et le faisant glisser le long de cette règle depuis l'appareil, on observe d'abord des anneaux larges à centre noir qui se déforment lorsqu'on approche du premier foyer; au moment où le microscope vise ce foyer, les anneaux disparaissent dans une petite caustique due au défaut de symétrie de l'appareil; immédiatement après ils réapparaissent, mais en présentant un centre blanc très éclatant, entouré d'un très grand nombre d'anneaux. Ils disparaissent de nouveau au second foyer pour renaître avec leur large centre noir, identiques à ceux que l'on observe habituellement.

» Le phénomène, lorsque l'appareil est bien réglé, est d'une netteté remarquable et fournit une nouvelle et complète vérification du principe démontré par M. Gouy. J'y reviendrai dans une publication plus étendue, afin d'en tirer quelques conclusions. »

PHYSIQUE. — *Sur la dépression du zéro, observée dans les thermomètres recuits.* Note de M. L.-C. BAUDIN, présentée par M. Friedel.

« On sait que si, après un long repos, on vérifie le zéro d'un thermomètre, avant et après l'immersion dans la vapeur à 100°, on constate après le chauffage un abaissement du point zéro. Cette dépression, très variable d'un verre à l'autre, est identique pour ceux de même composition. M. Guillaume a déterminé très exactement cette valeur pour le verre vert Guilbert-Martin, et l'a trouvée égale à 0°,0997.

» J'ai toujours observé cette dépression dans les thermomètres construits avec ce même verre *non recuit*, mais j'ai constaté que, si l'on répète l'expérience dans les mêmes conditions avec les thermomètres recuits, on observe que l'abaissement du zéro, après le chauffage à 100°, est notablement diminué. Un grand nombre d'expériences m'ont invariablement montré la réalité de ce fait.

» Je rapporterai seulement ici les chiffres obtenus avec quatre thermomètres en verre vert, que je désignerai par les nos 4, 5, 6, 7 (instruments au repos depuis un intervalle de neuf à treize mois).

» Dans le thermomètre n° 4, instrument *non recuit*, l'abaissement du zéro, après immersion de deux minutes dans la vapeur à 100°, a été trouvé égal à 0°,095; mais pour les nos 5, 6 et 7, recuits à 440° durant soixante-douze, cent quarante-quatre et mille trois cent soixante-dix heures, l'abaissement du 0°, après chauffage à 100°, a été seulement 0°,07, 0°,065 et 0°,045.

» (L'élévation produite par le recuit était respectivement 14°, 18° et 25°,3.)

» Comme on le voit, la dépression est réduite presque de moitié dans le thermomètre n° 7, recuit mille trois cent soixante-dix heures. Son amplitude diminue proportionnellement au nombre de degrés dont le zéro s'est relevé par le recuit.

» Pour le verre vert, une diminution de 0°,01 dans la valeur de la dépression correspond à un relèvement de 5°.

» J'ajouterai que j'ai observé le même fait dans les thermomètres en cristal; une étude faite sur cinq thermomètres de cette nature, provenant de la même tirée et au repos depuis très longtemps (de dix-neuf à trente-deux mois), m'a donné des résultats dans le même sens.

» Le zéro, déprimé de 0°,45 et 0°,50 dans les thermomètres en cristal *non recuit*, a baissé seulement de 0°,25, 0°,28 et 0°,32 dans les instruments recuits (lectures faites immédiatement après une immersion de quinze minutes dans la vapeur d'eau bouillante). »

CHIMIE. — *Sur la fusion du carbonate de chaux*. Note de M. **A. Joannis.**

« L'intéressante Communication faite à l'Académie des Sciences le 14 novembre dernier par M. Le Chatelier m'engage à publier dès maintenant les résultats des recherches que j'ai entreprises sur le même sujet, au commencement de cette année.

» Telle qu'elle a été faite et telle qu'elle se trouve très nettement confirmée par les résultats de M. Le Chatelier, l'expérience classique de Hall me semble présenter une complexité plus grande qu'on ne le croit généralement. Il résulte, en effet, des détails donnés par Hall [1], qu'il a réussi à fondre le carbonate de chaux à une température comprise entre les points de fusion de l'argent et de l'or, mais sous des *pressions exercées à l'aide de corps solides* et atteignant 300^{kg} à 400^{kg} par centimètre carré. M. Le Chatelier également a fait intervenir de semblables pressions, qu'il a portées jusqu'à 1000^{kg} par centimètre carré. Doit-on dire alors, comme le font généralement les livres élémentaires qui rappellent l'expérience de Hall, que la fusion du carbonate de chaux est réalisée, dans ces conditions, à la faveur simplement de la tension de l'acide carbonique qui limite sa décomposition? Sans doute, cette intervention de l'acide carbonique est indispensable; mais une part notable du succès des expériences de

---

(1) *Journal de Physique de la Métherie*, t. LXI, p. 197 et t. LXIV, p. 461.

Hall et de M. Le Chatelier semble devoir être attribuée aux pressions exercées mécaniquement sur le carbonate de chaux. Ces pressions doivent produire, en effet, suivant une loi générale, un abaissement du point de fusion grâce auquel le carbonate de chaux a pu être fondu dans des conditions de température et de tension de dissociation plus faciles à atteindre que si la matière n'avait été soumise qu'à la pression de l'acide carbonique.

» Ne peut-on attribuer à l'absence de ces conditions plus favorables l'insuccès des tentatives rappelées par M. Le Chatelier?

» Le but que je m'étais proposé, en entreprenant ces recherches, était d'atteindre cette température et cette pression où le carbonate de chaux peut être fondu sans l'intervention d'une pression mécanique.

» Mes expériences ont porté sur le carbonate de chaux pur et sur la craie.

» 1° *Expériences sur le carbonate de chaux pur*. — Un des appareils employés dans ces recherches consistait en un gros réservoir en platine, soudé à un tube du même métal à l'aide d'un peu d'or; il contenait du carbonate de chaux pur et communiquait avec un manomètre à air comprimé; il était placé dans un tube de fer contenant aussi du carbonate de chaux; l'espace annulaire communiquait avec un manomètre; un robinet permettait de faire échapper à volonté les gaz qui s'y produisaient. Cette disposition avait pour objet de maintenir toujours sensiblement égales les pressions des gaz à l'intérieur et à l'extérieur du tube de platine.

» Dans une expérience, la tension ayant atteint 9^{atm}, on vit soudain la pression s'égaliser à l'intérieur et à l'extérieur du tube de platine : l'or qui formait la soudure venait de fondre. Cette tension est très voisine de la pression de $8^{atm},7$, indiquée par M. Le Chatelier comme la valeur probable de la tension de dissociation du carbonate de chaux à la température de fusion de l'or. Cet accord montre que la quantité d'oxyde de carbone formé par l'acide carbonique au contact du fer, dans l'espace annulaire, n'avait pénétré qu'en petite quantité à travers le platine rouge. Dans cet essai, le carbonate de chaux précipité ne s'était même pas aggloméré de façon à fournir de la craie avec laquelle on pût écrire. Cette expérience montre qu'il ne suffit pas de chauffer du carbonate de chaux à la température indiquée par Hall, pour obtenir la fusion de ce corps sous sa seule tension de dissociation.

» Dans les expériences suivantes, les soudures à l'or furent abandonnées et remplacées par des soudures autogènes.

» Dans une seconde expérience, la température fut plus élevée et la pression s'éleva à 17^{atm}; mais, après quelques instants, le tube de fer se souffla et l'expérience prit fin; le carbonate de chaux se présenta sous forme d'une craie extrêmement friable.

» Dans une troisième expérience, faite avec un tube de fer renforcé, on put atteindre la pression de 22^{atm}; mais le tube de fer se souffla et le carbonate de chaux se présenta sous forme d'une craie analogue à la craie ordinaire.

» Dans une quatrième expérience, où l'on éleva davantage la température et où la

pression ne fut pas mesurée, on obtint, au fond du tube de platine, sous une couche de carbonate décomposé, un petit culot très dur, présentant, au microscope, l'aspect du sucre ou du camphre. De nombreux petits cristaux semblaient réunis entre eux par un ciment blanc plus opaque. Ce fragment put être poli et transformé en lame mince transparente.

» 2° *Expériences sur la craie.* — Dans deux expériences différentes, j'ai pu maintenir, pendant environ un quart d'heure, de la craie à une température supérieure à celle de la fusion de l'or. La pression des gaz se maintint constante au voisinage de 15^{atm}. Dans ces deux essais, où le tube de fer a résisté jusqu'à la fin, j'ai obtenu une transformation de la craie en une matière d'une dureté comparable à celle du marbre, présentant une cassure nettement saccharoïde, mais à grains plus fins que ceux du marbre; des éclats de cette matière sont translucides sur les bords. Cette substance a pu être polie et réduite en lames minces.

» Je reprends en ce moment mes expériences sur le carbonate de chaux pur, dans des conditions un peu différentes, mais sans utiliser de pressions mécaniques auxiliaires. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'antimoine sur l'acide chlorhydrique.* Note de MM. **A. Ditte** et **R. Metzner**, présentée par M. Troost.

« Il suffit de consulter quelques traités de Chimie pour constater que les avis sont partagés sur la question de savoir si l'antimoine est attaqué ou non par l'acide chlorhydrique : les uns admettent que, tandis que l'acide concentré le dissout, il devient sans action une fois étendu; d'autres pensent qu'il n'y a attaque qu'avec le métal très divisé, d'autres enfin qu'en opérant à chaud, on obtient un dégagement d'hydrogène. Ces résultats divergents tiennent à l'impureté du métal qui a servi aux expériences et qui retient avec énergie de petites quantités de sulfure ou de métaux étrangers, puis aussi à l'intervention accidentelle de l'oxygène.

» Nous nous sommes servis d'antimoine pur, précipité d'une solution acide de trichlorure pur à l'aide d'un barreau d'étain. Le dépôt, lavé avec des solutions d'acide chlorhydrique de plus en plus faibles, pour lui enlever les matières solides qui l'imprègnent, et débarrassé, par des moyens qu'il serait trop long d'indiquer ici, de l'hydrogène qu'il retient, est alors soumis, soit dans l'état de métal divisé, soit après avoir été fondu, à l'action de l'acide chlorhydrique. Il n'est attaqué dans aucun cas, et l'on s'en assure de la manière suivante :

» L'antimoine est placé dans un tube de verre fermé à une extrémité, et étiré à l'autre en un tube fin que l'on recourbe de manière à constituer

un tube de dégagement. L'appareil est rempli d'acide chlorhydrique concentré ou étendu, et plongé dans un vase renfermant la même liqueur; une petite éprouvette peut recueillir les gaz qui sont susceptibles de se dégager; or, à froid, au bout de plusieurs semaines, l'acide concentré n'a pas donné trace d'hydrogène; à la température d'ébullition il ne s'en dégage pas davantage, même au bout de plusieurs heures.

» Cette inaction de l'acide chlorhydrique pourrait être accidentelle, et due seulement à quelque adhérence de l'hydrogène pour le métal, analogue à celle qui empêche la dissolution du zinc pur par l'acide sulfurique, ou celle de l'aluminium par des acides étendus; il n'en est pas ainsi : en ajoutant à l'acide chlorhydrique des petites quantités de chlorures d'or ou de platine par exemple, capables de donner sur l'antimoine un dépôt de métal divisé, qui, comme on le sait, rompt cette adhérence de l'hydrogène et en rend le dégagement facile, on n'observe pas davantage de dégagement gazeux. La réaction exothermique de l'antimoine sur le chlorure métallique a lieu, mais les choses en restent là; l'ébullition prolongée de l'antimoine avec de l'acide chlorhydrique ne donne pas de résultats malgré la présence de bulles de gaz ou de vapeur d'eau capables d'entraîner, au moins en partie, l'hydrogène qui pourrait adhérer au métal; enfin si dans une éprouvette remplie d'acide chlorhydrique on introduit de l'antimoine divisé ou fondu, et si, après avoir renversé l'éprouvette dans une autre plus large, on place tout le système dans le vide, on ne recueille aucune bulle d'hydrogène, même après six semaines de contact, alors que les moindres traces produites de ce gaz se rassembleraient dans l'éprouvette intérieure.

» L'acide chlorhydrique dissous, quel que soit son degré de concentration, n'agit donc pas sur l'antimoine; le calcul thermique de la réaction ne peut d'ailleurs être fait, faute de données, en particulier de celles qui se rapportent à la formation du chlorhydrate de chlorure d'antimoine dissous; avec l'acide anhydre la réaction serait la suivante :

$$Sb + 3HCl = SbCl^3 + 3H + [91,4 - 3.22,0] \qquad = [+25,4];$$

elle donne lieu à un dégagement de $+ 8,5$ environ par atome de chlore; cette action, peu exothermique, ne se réalise pas à la température ordinaire; elle n'a pas lieu non plus quand on chauffe; mais l'expérience ne peut être poussée bien loin à cause de l'attaque du verre par l'acide chlorhydrique gazeux, attaque de laquelle résultent des produits qui modifient complètement les circonstances de l'opération.

» Ainsi, l'antimoine n'est attaqué ni par l'acide chlorhydrique dissous, ni par cet acide anhydre, à une température inférieure à celle où le verre est altéré ; cependant, en opérant avec du métal bien pur, dans un très grand nombre de cas où il est impossible de constater le dégagement d'hydrogène, on trouve dans la liqueur de l'antimoine dissous, et en quantité qui correspond à un volume très appréciable de ce gaz ; ce n'est qu'en prenant des précautions particulières, assez difficiles à réaliser, qu'on arrive à empêcher la dissolution de ce métal ; celle-ci tient à une réaction étrangère, due à l'intervention de l'oxygène dont il est mal aisé d'éviter totalement la présence.

» Si, en effet, l'action de l'antimoine sur le gaz chlorhydrique à la température ordinaire correspond à un dégagement de + 8,5 calories par molécule d'acide, celle qui résulte de la combinaison avec l'oxygène est bien plus exothermique ; on a

$$2Sb + 3O + 6SbCl\,gaz = 2SbCl^3\,sol. + 3H^2O\,gaz + [2.91,4 + 3.58,2 - 6.22,0] = [+225,8],$$

soit + 37,6 calories environ par molécule d'acide chlorhydrique ; avec les corps dissous, la réaction a lieu dès la température ordinaire ; si donc l'acide chlorhydrique employé contient un peu d'air dissous, si l'on ne prend pas des précautions toutes spéciales pour empêcher l'arrivée de l'oxygène, il suffira de traces de ce gaz pour donner lieu à la dissolution d'une quantité correspondante de métal sans qu'il y ait aucun dégagement d'hydrogène.

» C'est ce qui arrive quand on mouille avec de l'acide chlorhydrique concentré une tache d'antimoine déposée à l'aide d'un appareil de Marsh ; elle ne tarde pas à disparaître, mais il n'en est plus de même lorsqu'on la recouvre d'une couche un peu épaisse d'une solution d'acide chlorhydrique concentrée, faite dans de l'eau désaérée et qui empêche, au moins pendant un certain temps, l'arrivée de l'oxygène jusqu'au métal. Une tache d'arsenic se conduit, d'ailleurs, d'une manière analogue, mais elle disparaît moins vite, et, en effet, si l'on considère les réactions

$$2Sb + 3O + 6HCl = 2SbCl^3 + 3H^2O + [2.91,4 + 3.58,2 - 3.22] = [+225,4],$$
$$2As + 3O + 6HCl = 2AsCl^3 + 3H^2O + [2.69,4 + 3.58,2 - 3.22] = [+181,4],$$

la seconde est moins exothermique que la première.

» Les choses vont même plus loin, et il n'est pas nécessaire que l'acide chlorhydrique intervienne ; l'antimoine divisé s'oxyde, même à froid, au contact de l'air, et se recouvre de petites aiguilles blanches d'oxyde anti-

monieux; l'oxydation a lieu aussi dans de l'eau aérée, froide ou chaude, et, si l'on vient à laver de l'antimoine pur avec de l'eau distillée, on trouve toujours de l'oxyde dans la liqueur. En faisant bouillir de l'antimoine divisé avec de l'eau, celle-ci, après filtration et refroidissement, dépose des aiguilles d'oxyde, et l'on peut arriver à dissoudre totalement ainsi le métal employé; la chaleur d'oxydation de l'antimoine ($+ 55,8^{cal}$ par atome d'oxygène) rend compte de la facilité avec laquelle cette réaction a lieu.

» Il résulte en définitive de nos expériences, que l'acide chlorhydrique est sans action sur l'antimoine, qu'il ne se dégage jamais d'hydrogène quand on met les deux substances en contact, et que l'antimoine qui se dissout ne le fait que grâce à l'intervention de l'oxygène, et en quantité proportionnelle au poids de ce gaz que renferment les liqueurs considérées. »

CHIMIE. — *Sur les zincates alcalino-terreux*. Note de M. **G. Bertrand**, présentée par M. Schützenberger [1].

« Bien que Berzélius ait indiqué depuis longtemps déjà [2] « qu'une » solution d'oxyde de zinc dans l'ammoniaque est précipitée par les solu- » tions des terres alcalines, qui se partagent l'oxyde zincique avec l'am- » moniaque », on n'a encore publié aucune recherche sur les combinaisons qui pouvaient se produire dans ces circonstances, entre l'oxyde de zinc et les bases alcalino-terreuses. Ayant réussi à les obtenir cristallisées, j'en donnerai le mode de préparation, la formule et les principaux caractères.

» La combinaison calcique se prépare aisément de la manière suivante : on ajoute une solution ammoniacale saturée d'oxyde de zinc [3] à un grand volume d'eau de chaux, contenue dans un cristallisoir. Il se fait un précipité floconneux de zincate de calcium, qu'on redissout aussitôt par addition d'ammoniaque, et l'on abandonne le mélange sous une cloche, en présence d'acide sulfurique. L'ammoniaque est absorbée peu à peu par l'acide, et le zincate se dépose en cristaux. Quand ces derniers cessent d'augmenter, on décante l'eau mère, on les lave rapidement avec de l'eau distillée bouillie, et on les dessèche dans le vide.

(1) Laboratoire de Chimie, au Muséum.

(2) *Traité de Chimie*, t. II, p. 612; 1846.

(3) Obtenue en mélangeant de l'ammoniaque exempte de carbonate avec du chlorure de zinc, jusqu'à redissolution du précipité.

» Le zincate de calcium se présente en cristaux généralement isolés, ayant la forme de lamelles losangiques, tronquées sur leurs angles aigus, qui mesurent 35° environ [1]. Ils s'éteignent suivant leurs diagonales, sont très réfringents et possèdent l'éclat adamantin; mais, comme ils absorbent l'anhydride carbonique avec avidité, surtout quand ils sont humides, ils deviennent très vite opaques. Ils sont solubles dans l'ammoniaque, résistent, sans déshydratation, à la température de + 125°, et se transforment, au rouge sombre, en un mélange d'oxyde de zinc et de chaux vive.

» Leur composition répond à la formule $Zn^2CaH^2O^3, 4H^2O$:

	Trouvé.	Calculé.
Oxyde de zinc (ZnO)....	53,28	52,59
Chaux (CaO)..........	18,36	18,18
Eau....................	27,91	29,22
Anhydride carbonique . .	0,48	

» La méthode qui vient d'être décrite pour la préparation du zincate de calcium ne réussit pas avec la baryte ou la strontiane [2], ce qui peut s'expliquer de la manière suivante : Quand on traite le zincate de calcium par l'eau, il se dédouble en ses éléments, et l'on obtient une solution de chaux, fortement alcaline, dans laquelle nagent des flocons d'oxyde de zinc hydraté. Si l'on compare, dès lors, la faible solubilité de la chaux à la solubilité relativement très grande de la baryte et de la strontiane, on devra s'attendre à la dissociation complète des zincates de ces deux dernières bases dans des liqueurs qu'elles ne satureraient pas. Le mode de préparation du zincate de strontium confirme cette manière de voir.

» On dissout 150^{gr} d'hydrate de strontiane dans $1^{lit},5$ d'eau chaude, et l'on y ajoute une solution de 100^{gr} de sulfate de zinc dans 500^{cc} d'ammoniaque à 10 pour 100 AzH^3. Après vingt-quatre heures de repos, on sépare le sulfate de strontiane par filtration; la liqueur limpide, saturée de strontiane, est placée sous une cloche, en présence d'acide sulfurique. L'abaissement de température, produit par les premiers froids de l'hiver, diminue la solubilité de la strontiane, qui cristallise en même temps que l'oxyde de zinc hydraté et le zincate de strontium. Dans une expérience réussie, ces trois sortes de cristaux sont parfaitement distincts les uns des autres, et l'on peut les séparer à la pince. Les premiers sont efflorescents et très gros (1^{cm} à 2^{cm}); les seconds se distinguent du zincate par leur plus grand diamètre et leur forte réfringence. Les rendements sont malheureusement très faibles ($0^{gr},4$ environ).

» Le zincate de baryum s'obtient par un procédé analogue, en rempla-

---

(1) Cette mesure a été faite au microscope, à l'aide d'une platine tournante.

(2) Une solution contenant 2 molécules de chlorure de zinc, 1 de baryte, ou de strontiane, et un excès d'ammoniaque, laisse déposer, dans les conditions indiquées plus haut, une combinaison de la forme suivante : $2(AzH^4Cl)5Zn(OH)^2$.

çant la strontiane par 250^{gr} de baryte cristallisée. Il forme des aiguilles aplaties et brillantes, groupées en sphéro-cristaux rappelant la mésotype. Quand on le chauffe brusquement, il subit la fusion aqueuse et perd son eau en bouillonnant. Sa formule $Zn^2BaH^2O^3, 7H^2O$ diffère de celle du zincate de calcium par 3 molécules d'eau en plus.

» Le sel de strontium cristallise en losanges aplatis et se rapproche de celui de baryum par ses propriétés et sa composition. L'analyse conduit à la formule $Zn^2StH^2O^3, 7H^2O$, en tenant compte de la présence de quelques cristaux d'oxyde de zinc, difficiles à séparer entièrement.

» D'après la formule de l'hydrate de zinc

$$Zn\begin{cases} OH \\ OH \end{cases}$$

on doit admettre la suivante pour les zincates alcalino-terreux,

$$\begin{matrix} Zn\begin{cases} OH \\ O \end{cases} \\ Zn\begin{cases} O \\ OH \end{cases} \end{matrix}\Big\rangle M'' + n(H^2O)$$

qui montre que les deux atomes d'hydrogène de l'hydrate de zinc ne sont pas également remplaçables par des métaux ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les fluorures de fer anhydres et cristallisés.* Note de M. C. Poulenc, présentée par M. Henri Moissan.

« Les fluorures de fer hydratés ont été successivement étudiés par Scheele ([2]), Gay-Lussac et Thenard ([3]), Berzélius ([4]) et, enfin, par

---

([1]) Cette conclusion semblait déjà résulter des recherches entreprises sur les zincates alcalins, qui paraissent se rattacher aux deux formes

$$Zn\begin{cases} OM' \\ OH \end{cases} \quad \text{et} \quad Zn\begin{cases} OM' \\ OM' \end{cases}$$

(A.-B. Prescatt, *Amer. Chem. Soc.*, II, 27. — Laur, *Ann. der Chem. und Pharm.*, IX, 183. — Fremy, *Comptes rendus*, XV, 1106. — Malagutti, *Comptes rendus*, LXII, 413).

([2]) Scheele, *Mémoires de Chimie*, t. I, p. 34.

([3]) Gay-Lussac et Thenard, *Recherches physico-chimiques*, t. II, p. 30.

([4]) Berzélius, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXIV, p. 61.

M. Scheurer-Kestner (1), qui a déterminé la composition de deux d'entre eux : les fluorures $FeF^2, 8H^2O$ et $Fe^2F^6, 9H^2O$. Nous donnons aujourd'hui la formule d'un autre hydrate que nos analyses nous ont montré correspondre à $FeF^2, 4H^2O$ (2) : ce composé qui a été signalé par Gay-Lussac et Thenard se présente sous la forme de petits cristaux blancs rhomboédriques et peu solubles dans l'eau.

» Henri Sainte-Claire Deville est le seul savant qui nous ait donné quelques indications sur un fluorure de fer anhydre. Il l'a obtenu en chauffant au rouge blanc dans un grand creuset de platine le fluorure ferrique préparé par voie humide et desséché au préalable. « On voit souvent, » dit-il, à la surface de la masse fondue de petits cristaux cubiques de ses- » quifluorure de fer presque incolores (3). »

» FLUORURE FERREUX FeF^2. — Ce composé, qui n'a jamais été obtenu anhydre, peut être préparé par l'action du gaz acide fluorhydrique : 1° sur le fer métallique; 2° sur le chlorure ferreux anhydre.

» 1° *Préparation.* — Lorsqu'on fait passer des vapeurs d'acide fluorhydrique sur le fer porté au rouge vif, on obtient du fluorure ferreux qui se volatilise sous forme de petits cristaux ramifiés, doués d'un éclat nacré.

» Ce composé est très difficile à obtenir parfaitement blanc; il est le plus souvent légèrement coloré en jaune par un peu d'oxyde ou d'oxyfluorure de fer.

» Il faut donc éviter dans cette opération les moindres causes d'oxydation telles que la présence d'une petite quantité d'air ou de vapeur d'eau et prendre les précautions suivantes :

» On laisse perdre les premières portions d'acide fluorhydrique qui contiennent toujours un peu d'humidité et l'on réunit les différentes parties de l'appareil par des joints en platine.

» Le tube de platine dans lequel s'effectue la réaction est purgé d'air au moyen du courant d'acide fluorhydrique que l'on maintient pendant un quart d'heure environ avant de chauffer.

» 2° Le chlorure ferreux anhydre est décomposé à froid par l'acide fluorhydrique gazeux. Le fluorure ferreux ainsi formé est amorphe mais il se transforme en fluorure cristallisé lorsqu'on élève la température vers 1200°.

» *Propriétés.* — Le fluorure ferreux se présente sous la forme de prismes ramifiés, transparents et très brillants. Ils appartiennent au système clinorhombique.

» Sa densité, prise dans la benzine, est de 4,09.

---

(1) SCHEURER-KESTNER, *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXVIII, p. 490.

(2)

	Trouvé pour 100.		Calculé pour $FeF^2, 4H^2O$ pour 100.
Fer	53,45	53,72	33,73
Eau	42,58	43,07	43,37

(3) SAINTE-CLAIRE DEVILLE, *Des sesquifluorures métalliques* (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XLIX, p. 79).

» L'eau le dissout lentement et en petite quantité. Cette solution s'oxyde à l'air en donnant de l'hydrate de sesquioxyde de fer.

» Il est insoluble dans l'alcool et l'éther anhydres, ainsi que dans la benzine.

» L'acide chlorhydrique bouillant ne le dissout que partiellement. L'acide azotique l'attaque à froid et le dissout complètement à l'ébullition. L'acide sulfurique le transforme sous l'action de la chaleur en sulfate de fer et acide fluorhydrique.

» Calciné à l'air, il se transforme en sesquioxyde de fer.

» Il est réduit au rouge sombre par l'hydrogène. Chauffé dans la vapeur d'eau, il se décompose en sesquioxyde de fer et acide fluorhydrique.

» L'acide chlorhydrique gazeux, passant sur du fluorure ferreux porté au rouge, donne du chlorure ferreux et de l'acide fluorhydrique. Cette réaction est inverse de celle qui nous a donné le fluorure ferreux en partant du chlorure. Ces sortes d'équilibre ont été parfaitement étudiées par MM. Berthelot et Güntz et reposent sur la formation d'un fluorhydrate de fluorure dissociable par la chaleur (1).

» L'acide sulfhydrique donne, dans les mêmes conditions, du sulfure de fer et de l'acide fluorhydrique.

» Les carbonates alcalins fondus décomposent le fluorure ferreux en sesquioxyde de fer et fluorure alcalin (2).

» SESQUIFLUORURE DE FER Fe^2F^6. — On peut employer, pour préparer ce fluorure anhydre, l'action du gaz fluorhydrique : 1° sur le fluorure ferrique anhydre et amorphe; 2° sur le sesquioxyde de fer et le fluorure ferrique hydraté; 3° sur le sesquichlorure de fer.

» 1° *Préparation. Action de l'acide fluorhydrique sur le fluorure amorphe.* — Ce fluorure peut être obtenu soit comme nous l'avons indiqué dans une Note précédente (3), soit en projetant le fluorure ferrique hydraté dans le fluorure d'ammonium fondu. Il se produit une vive effervescence due au départ de l'eau et il se forme le fluorure double ammonique signalé par R. Wagner (4). Ce fluorure, décomposé par la chaleur dans un courant de gaz inerte, donne le fluorure ferrique anhydre et amorphe.

» Chauffé vers 1000° dans des vapeurs d'acide fluorhydrique, il se transforme en fluorure cristallisé et se volatilise partiellement. Mais on ne remarque aucune trace de fusion.

» Il est parfois accompagné de prismes jaunes qui nous ont paru correspondre à un oxyfluorure. Ce dernier composé est fusible et volatil. Il peut être éliminé facilement

(1) BERTHELOT et GUNTZ, *Sur les déplacements réciproques des acides* [*Annales de Chimie et de Physique*, série (6), t. III, p. 355].

(2) *Analyse.*

	Trouvé.			Calculé pour F^2F^3.
Fer......	59,56	59,79	60,02 pour 100	59,57 pour 100

(3) C. POULENC, *Sur les fluorures de nickel et de cobalt anhydres et cristallisés* (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1426).

(4) R. WAGNER, *Berichte*, t. XIX, 896.

par lavages à l'acide chlorhydrique, dans lequel il est beaucoup plus soluble que le fluorure ferrique.

» 2° *Action de l'acide fluorhydrique sur le sesquioxyde de fer et le fluorure ferrique hydraté.* — Chacun de ces deux composés, chauffé dans un courant d'acide fluorhydrique donne également du sesquifluorure de fer anhydre et cristallisé.

» 3° *Action de l'acide fluorhydrique sur le chlorure ferrique.* — Le perchlorure de fer anhydre et cristallisé est décomposé à froid par les vapeurs d'acide fluorhydrique qui le transforment en fluorure amorphe et, vers 1000°, en sesquifluorure de fer cristallisé.

» *Propriétés.* — Le fluorure ferrique se présente sous forme de petits cristaux verdâtres, transparents et très réfringents.

» Sa densité prise dans l'alcool est de 3,87.

» Il est légèrement soluble dans l'eau, mais insoluble dans l'alcool et l'éther.

» Les acides azotique, chlorhydrique et sulfurique ne l'attaquent que partiellement, même à chaud.

» Calciné à l'air, il se transforme en sesquioxyde de fer qui conserve la même forme que le fluorure.

» L'hydrogène le réduit au rouge sombre. Nous avons dosé le fer par ce procédé.

» Chauffé dans la vapeur d'eau, il se décompose en sesquioxyde de fer de même forme cristalline et acide fluorhydrique.

» L'acide chlorhydrique gazeux le transforme au-dessus du rouge sombre, en sesquichlorure de fer qui se volatilise en écailles violettes et acide fluorhydrique. C'est un fait du même ordre que celui que nous avons signalé pour le fluorure ferreux.

» L'acide sulfhydrique donne, dans les mêmes conditions, du sulfure de fer et de l'acide fluorhydrique.

» Les carbonates alcalins fondus le décomposent en oxyde de fer et fluorure alcalin [1].

» *Conclusions.* — Nous avons fait connaître, pour la préparation des fluorures de fer anhydres et cristallisés, trois méthodes :

» 1° Action de l'acide fluorhydrique sur les métaux à température élevée;

» 2° Action de l'acide fluorhydrique sur les chlorures et les oxydes;

» 3° Transformation des fluorures hydratés en fluorures anhydres, sous l'influence de l'acide fluorhydrique.

» Nous poursuivons l'application de ces méthodes à la préparation de divers fluorures métalliques [2]. »

---

(1)

	Trouvé pour 100.		Calculé pour Fe^2F^6 pour 100.
Fer..........	49,44	49,53	49,55

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

CHIMIE. — *Préparation du chrome métallique par électrolyse.* Note de M. **Em. Placet**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le chrome métallique n'a été jusqu'ici qu'une curiosité de laboratoire, et, dans la plupart des cas, on a donné ce nom à un carbure de chrome plus ou moins pur. Nous avons pu obtenir ce métal par des procédés nouveaux d'électrolyse que nous indiquons rapidement dans cette première Note.

» *Préparation.* — On fait une solution aqueuse d'alun de chrome, que l'on additionne d'un sulfate alcalin et d'une petite quantité d'acide sulfurique ou d'autres acides. Cette solution est alors électrolysée : au pôle négatif, on recueille un dépôt qui, sur la face de l'électrode, présente un beau brillant et qui est constitué par du chrome pur.

» *Propriétés.* — Ce métal est d'une grande dureté et présente une belle couleur d'un blanc bleuâtre; il résiste parfaitement aux agents atmosphériques et n'est pas attaqué par l'acide sulfurique concentré, par l'acide azotique et par une solution concentrée de potasse.

» Lorsque le dépôt électrolytique se fait dans certaines conditions, on peut même obtenir des groupements de cristaux de chrome rappelant la forme des branches de sapin.

» Ce métal, que l'on peut donc maintenant préparer d'une façon véritablement industrielle, fournit de nombreux alliages dont nous poursuivons l'étude.

» Nous ajouterons que cette nouvelle préparation nous a amené à entreprendre l'étude du chromage (si l'on peut employer ce mot) ou dépôt électrolytique du chrome à la surface des différents métaux ou alliages. Nos essais ont parfaitement réussi : dans des bains analogues à celui que nous avons décrit précédemment, nous avons obtenu sur le laiton, sur le bronze, sur le cuivre, sur le fer lui-même, un dépôt de chrome adhérent, d'une épaisseur variable à volonté, et d'un bel aspect métallique rappelant l'argent oxydé.

» Nous sommes heureux de pouvoir mettre sous les yeux de l'Académie un échantillon de chrome métallique de plus de 1^{kg}, des alliages de chrome et des ornements de laiton recouverts de chrome par électrolyse. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation de l'acide bromhydrique.* Note de M. E. LÉGER, présentée par M. Henri Moissan.

« La préparation de la solution aqueuse d'acide bromhydrique peut être envisagée à deux points de vue différents, suivant qu'il s'agit de préparer l'hydrate distillable à 127° et contenant 48 pour 100 de HBr, ou suivant que l'on veut obtenir la solution aqueuse saturée et contenant 82 pour 100 de HBr.

» La préparation de l'hydrate distillable ne présente aucune difficulté; mais il n'en est plus de même de l'obtention de la solution saturée, laquelle exige la production de grandes quantités de HBr gazeux.

» De nombreux procédés ont été donnés pour préparer le gaz bromhydrique et l'on peut dire que tous conduisent facilement au but lorsqu'on ne cherche à obtenir que quelques centaines de grammes de produit; s'il s'agit de préparer plusieurs kilogrammes de solution aqueuse saturée, on ne tarde pas à reconnaître que toutes les méthodes connues présentent des inconvénients qui en rendent l'application très pénible ou même impossible.

» D'autre part, un mode de préparation de HBr gazeux, calqué sur celui qui fournit HCl (par KBr et $S^2O^8H^2$), n'a pu être utilisé jusqu'à présent; car l'acide HBr, en agissant comme réducteur sur $S^2O^8H^2$, donne, comme on sait, de l'acide sulfureux et du brome, qui viennent souiller le produit préparé.

» L'étude de cette réaction m'a montré cependant que l'acide HBr en était de beaucoup le produit le plus abondant, et que, d'autre part, l'action réductrice de HBr sur $S^2O^8H^2$ ne se produisait *qu'après un certain temps*. Si donc, au moyen d'un dispositif spécial, on arrivait à chasser HBr au fur et à mesure de sa production, ainsi qu'à débarrasser le gaz de la petite quantité de S^2O^4 et de Br qu'il renferme encore, il deviendrait possible d'obtenir HBr par la réaction qui fournit si aisément HCl.

» Pour cela, on introduira le KBr dans une cornue tubulée, fermant à l'émeri et dont le col effilé sera relié aux appareils de purification. La cornue et son contenu seront chauffés au bain-marie et, quand le sel aura atteint la température de 100°, on y fera tomber l'acide sulfurique goutte à goutte à l'aide d'un tube à brome. Dans ces conditions, le gaz bromhydrique, qui se dégage aussitôt produit, échappe en grande partie à l'action de l'acide sulfurique. Une très petite portion cependant donne nais-

sance à du brome et à de l'acide sulfureux. Le mélange gazeux sera dirigé au travers de deux séries d'appareils épurateurs dont la description ne saurait trouver place ici. Qu'il me suffise de dire que la première série de ces appareils renfermera une solution aqueuse saturée de HBr contenant un grand excès de brome. Au contact de cette solution l'acide S^2O^4 sera oxydé pour donner HBr et $S^2O^8H^2$, conformément à l'équation

$$S^2O^4 + 2Br + 2H^2O^2 = S^2O^8H^2 + 2HBr.$$

La seconde série d'appareils épurateurs renfermera une solution aqueuse saturée de HBr additionnée de phosphore rouge en poudre. En la traversant, le gaz HBr, déjà débarrassé de S^2O^4, perdra tout son brome et arrivera parfaitement pur dans une solution aqueuse distillée de HBr où il se dissoudra.

» Après saturation, la solution sera presque incolore et ne renfermera pas trace de $S^2O^8H^2$. Quand tout l'acide sulfurique aura été introduit, on supprimera le tube à brome et le bain-marie, on fermera la cornue avec son bouchon de verre et on chauffera à feu nu jusqu'à ce que HBr cesse de se dégager.

» L'action de S^2O^4 sur Br, en présence de la solution saturée de HBr constitue un autre mode de préparation de HBr gazeux.

» Si l'on fait passer un courant, même assez rapide, de gaz S^2O^4 dans un mélange à volumes égaux de Br et de solution saturée de HBr, on obtient un dégagement abondant et régulier de HBr, que l'on débarrasse du Br et de la petite quantité de S^2O^4 entraînés, en le faisant passer au travers d'appareils épurateurs semblables à ceux déjà indiqués. Ce second procédé donne également l'acide HBr pur.

» L'acide $S^2O^8H^2$ formé en même temps que HBr s'accumule dans le vase où se fait la réaction et, quand sa quantité est devenue assez grande, on voit le liquide se séparer en deux couches : une inférieure formée de Br, et une supérieure peu colorée formée d'acide $S^2O^8H^2$ souillé de Br et de HBr.

» Si l'on voulait obtenir l'acide sulfurique, il suffirait de chauffer le liquide qui le renferme : il se dégagerait Br et HBr; ce dégagement ayant cessé, on distillerait. Il passerait des eaux acides contenant HBr et $S^2O^8H^2$, tandis que la plus grande partie de $S^2O^8H^2$ resterait dans la cornue. Une distillation le donnerait incolore, parfaitement pur, et en particulier exempt de Br. Cet acide, qui ne renfermera pas de composés nitreux, si le Br employé n'en renferme pas lui-même, pourra être utilisé dans certains cas.

» La réaction de S^2O^4 sur Br, en présence de la solution saturée de HBr, donne lieu à plusieurs phénomènes physiques et chimiques dont la résultante se traduit par un abaissement de température. Ce phénomène est nettement accusé par la production d'un dépôt de rosée sur les parois du vase où s'effectue la réaction.

» En terminant, j'ajouterai, à titre de renseignement, que, par ces

deux méthodes, mais surtout par la première, qui est d'une exécution moins désagréable, j'ai pu préparer environ 10^{kg} d'acide saturé à 82 pour 100 de HBr [1]. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Réponse aux observations de M.* Friedel [2] *sur le pouvoir rotatoire des sels de diamines.* Note de M. **Alb. Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai entrepris une série d'expériences pour démontrer que les faits sont souvent en désaccord avec les théories stéréochimiques qui ont pour objet de fixer les positions relatives des atomes dans l'espace et de déduire de ces positions le sens du pouvoir rotatoire. A propos d'une Note sur les tartrates de diamines, M. Friedel me reproche « de prêter à M. Guye une » affirmation qui est précisément le contraire de ce qu'enseigne la Stéréo- » chimie ». J'aurais affirmé à tort que « dans un acide tartrique actif, les » quatre atomes HCCH sont dans un même plan; par conséquent, les » raisonnements basés sur cette supposition ne peuvent être maintenus ».

» J'ai puisé l'affirmation qui m'est reprochée dans le seul Traité de Stéréochimie qui existe en France : ce Traité est dû à M. van't Hoff, l'un des fondateurs de la nouvelle théorie. Les stéréochimistes admettent dans l'acide tartrique l'existence de deux atomes de carbone asymétrique C et C' à chacun desquels sont attachés les radicaux OH, CO^2H et H. Posons

$$R_1 = R'_1 = OH, \qquad R_2 = R'_2 = H, \qquad R_3 = R'_3 = CO^2H.$$

» M. van't Hoff admet que les schémas qui représentent des corps ayant un pouvoir rotatoire égal et opposé sont [3] :

Fig. 1.

$$\begin{array}{ccc} & R_2 & \\ R_1 & & R_3 \\ \hline R'_1 & & R'_3 \\ & R'_2 & \end{array}$$

Fig. 2.

$$\begin{array}{ccc} & R_3 & \\ R_1 & & R_2 \\ \hline R'_1 & & R'_2 \\ & R'_3 & \end{array}$$

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Jungfleisch au Conservatoire national des Arts et Métiers.

(2) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 763.

(3) Van't Hoff, *Dix ans dans l'histoire d'une théorie*, schémas b_1 et b_2, p. 55;

» Cet auteur ajoute (*loc. cit.*, p. 53, et *Stéréochimie*, édition de 1892, p. 47).

» Les groupes placés *au-dessus* l'un de l'autre dans cette notation, sont ceux que l'on suppose *vis-à-vis* en réalité. Pour éviter toute équivoque, il s'agit d'observer que la position réelle s'obtient en repliant le papier à angle droit par R_1R_3 et par $R'_1R'_3$ (*fig.* 1) de manière à relever R_2 et R'_2 au-dessus du plan du dessin, les divers groupes occupant ainsi les sommets d'un prisme triangulaire *équilatéral*.

» Pour M. van't Hoff, les triangles équilatéraux $R_1R_2R_3$ et $R'_1R'_2R'_3$ sont les bases de deux tétraèdres réguliers enchevêtrés, dont les sommets respectifs sont les deux atomes de carbone asymétrique C et C' qui existent dans l'acide tartrique.

» Donc, *géométriquement*, CC' est l'axe du prisme décrit par M. van't Hoff [1] et un plan passant par l'axe CC' peut contenir l'arête $R_2R'_2$ (c'est-à-dire HH).

» Pour M. Guye, la dissymétrie moléculaire dépend, non pas de cette condition géométrique qui serait en effet contraire au principe de M. Pasteur, mais du poids des masses qui se trouvent de part et d'autre de ce plan. Plus la masse de droite serait lourde et aurait un long bras de levier par rapport à la masse de gauche, plus le corps serait dextrogyre; c'est le contraire que j'ai constaté pour les sels de diamine.

» Il convient de dire que généralement M. Guye considère les trois masses R'_1, R'_2, R'_3 comme concentrées autour du deuxième carbone asymétrique C', mais cette supposition ne change rien à la position du plan de symétrie à considérer pour calculer l'asymétrie, puisque ce plan passe toujours par les trois points $CC'R_2$, et mes raisonnements restent intacts. »

1887. Cet auteur (p. 27), comme forme modifiée de la conception basée sur le tétraèdre régulier, indique une probabilité plus grande pour la forme irrégulière; mais il laisse libre choix entre l'une et l'autre représentation (p. 28). (Voir aussi *Stéréochimie*, 1872, p. 13.) Lui-même choisit le tétraèdre régulier puisqu'il admet des triangles équilatéraux; et M. Guye, dans sa thèse, fait usage du même schéma régulier.

(1) M. van't Hoff le dit lui-même (édition Carré, p. 45 et 46; 1892) ce qui précise les expressions « au-dessus et vis-à-vis » soulignées ci-dessus : ce prisme est donc un prisme droit à base équilatérale.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Des points de fusion des dissolvants comme limite inférieure des solubilités.* Note de M. A. ETARD, présentée par M. Henri Moissan.

« Depuis quelques années, bien des efforts ont été faits pour introduire, dans l'étude des questions relatives aux solutions, des formules permettant de calculer d'avance les quantités de dissolvant et de corps dissous existant dans un milieu saturé. On pourrait ainsi établir *a priori* la quantité de matière dissoute, tracer les courbes de solubilité d'une substance en partant de coefficients physico-chimiques et connaître exactement leur forme. Ces tentatives, très intéressantes, n'ont pas abouti jusqu'à présent. Cela tient en grande partie à ce que les matériaux d'expérience, indispensables pour déterminer les constantes des formules théoriques, les vérifier ou les modifier, sont incomplets.

» Les solutions salines aqueuses ont été à peu près uniquement étudiées, et, malgré une diversité apparente, on ne dispose en réalité, pour éclairer les spéculations de théorie, que d'un seul ordre de phénomènes, celui des solutions d'électrolytes.

» Dans mes précédentes recherches sur les solutions saturées de sels inorganiques, j'ai pu représenter graphiquement plusieurs cas de solubilité dans toute leur étendue accessible, c'est-à-dire entre le point de congélation et celui de fusion ignée du sel. De telles lignes dans le système de représentation que j'ai proposé sont expérimentalement des droites ou des successions de droites raccordées entre elles. Mais celles-ci ont à leur origine, au point de congélation, qui est la dernière limite permise à l'expérience, une constante de dissolution souvent fort élevée, et ainsi les solutions de sels dans l'eau, qui, déjà dans leur ensemble, n'apportent qu'un fait à la discussion, ne sont même pas connues dans toute leur étendue *concevable*. L'interprétation des solubilités de sels et d'eau comporte encore une incertitude spéciale due à la tendance qu'elles ont à former des hydrates qui atteignent leur point de fusion ou se dissocient au sein même du liquide. Pour ces diverses raisons, j'ai pensé qu'il serait intéressant d'examiner des milieux d'où les sels et l'eau seraient à la fois exclus.

» Des lignes de solubilité complètes de couples organiques n'ont jamais été déterminées; elles donneront, je l'espère, des matériaux nouveaux et d'autant plus utiles qu'on pourra aisément connaître pour les deux éléments de ces couples les tensions de vapeur, les coefficients de dilatation, les

chaleurs de fusion, de volatilisation et de dissolution constituant l'ensemble des documents nécessaires à l'édification et à la critique d'une théorie.

» Après quelques séries de mesures sur des couples organiques, j'ai constaté comme précédemment, pour de nombreux sels, que la limite naturelle de la solubilité était le point de fusion du corps dissous. Mais la distinction entre élément solvant et dissous n'est qu'une convention de langage, le liquide résultant étant considéré comme un mélange homogène où ils jouent le même rôle.

» En considérant, comme je crois avoir été le premier à le proposer ([1]), une ligne de solubilité comme le lieu des points de fusion de mélanges du dissolvant avec le corps dissous, on doit admettre que le phénomène puisse présenter une complète symétrie et, si le point de fusion du corps regardé comme dissous est une de ces limites, le point de fusion du dissolvant doit être l'autre.

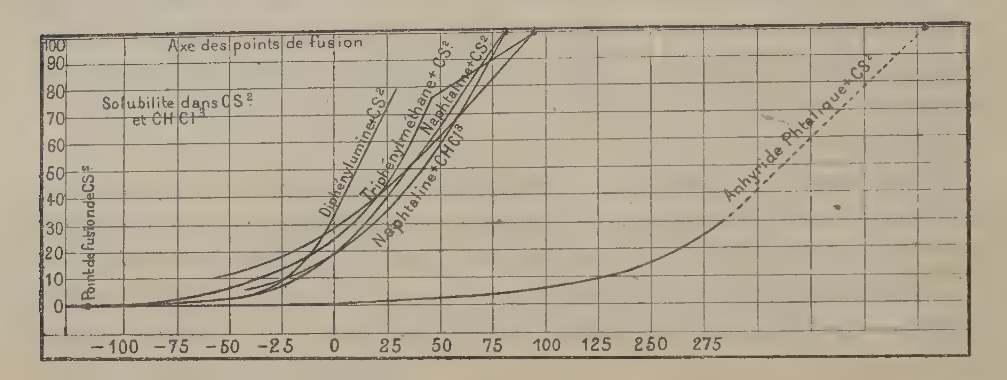
» Au point de fusion de la matière dissoute, cette matière se trouve pure, et dans tout le parcours de la ligne représentative elle se trouve en contact et en équilibre avec le mélange fondu de plus en plus riche en dissolvant; ce dernier, à son tour, se sépare à l'état de pureté en se solidifiant.

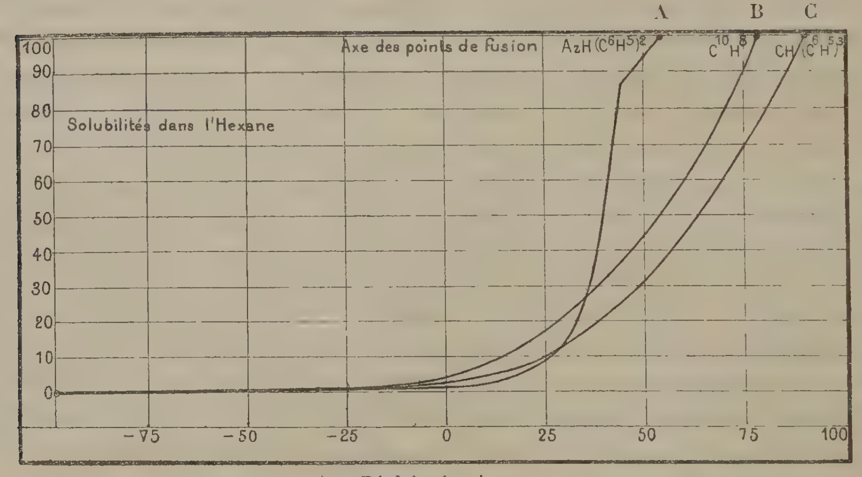
» En vue d'obtenir des couples donnant à l'origine une solubilité nulle, les essais ont porté sur des liquides se congelant à des températures très basses, mais on trouve parfois, malgré ce choix, des coefficients de solubilité élevés. Le chloroforme, par exemple, à —50°, près de son point de fusion —68°, dissout des quantités considérables de naphtaline et de triphénylméthane. Pour d'autres liquides, tels que le sulfure de carbone, dont le point de fusion est à —115°, toutes ces courbes se confondent aux basses températures en une seule ligne tendant vers une ordonnée nulle au point de fusion précité, comme le montre le Tableau numérique et les deux graphiques ci-après :

	—70°.	—60°.	—50°.	—40°.	—30°.	—20°.	—10°.	0°.	+10°.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.
Naphtaline..........	»	»	0°,3	0°,7	1°,0	1°,9	3°,2	5°,5	9°,0	14°,1	21°,0	30°,8	43°,7	60°,6	78°,8	»	»
Triphénylméthane...	»	»	»	»	1,2	1,6	2,2	3,5	5,6	8,3	12,5	20,0	25,8	45,7	62,0	78,5	97,1
Diphénylamine......	»	»	»	»	0,5	0,8	1,4	2,6	3,8	6,7	13,8	47,0	94,5	»	»	»	»
Naphtaline	»	1,2	2,3	3,7	6,6	10,0	14,1	19,9	27,5	36,3	46,0	57,2	67,6	79,2	90,3	»	»
Triphénylméthane ..	»	3,4	5,1	7,5	10,0	13,7	18,8	25,8	38,7	43,2	52,9	63,7	72,4	78,6	85,6	92,2	»
Diphénylamine	»	1,3	2,2	3,8	7,2	12,5	21,6	33,7	46,8	60,9	76,0	»	»	»	»	»	»
Anhydride phtalique.	»	»	»	0,03	0,04	0,06	0,1	0,2	0,3	0,7	0,8	1,2	1,3	1,7	2,3	3,1	3,7
Naphtaline..........	»	»	»	6,6	8,8	11,7	15,6	19,5	25,5	31,8	40,1	49,5	60,3	73,1	87,2	»	»
Triphénylméthane...	»	»	10,5	12,6	15,2	19,0	23,5	28,9	35,0	41,5	48,6	56,1	63,8	71,7	79,8	88,7	»
									100°.	110°.	120°.	130°.	140°.	150°.	160°.	170°.	180
Anhydride phtalique (suite)........									5,0	6,0	8,0	10,2	13,3	16,7	20,7	25,3	30,2

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, 1889; p. 176.

» L'hexane normal du pétrole d'Amérique fond au-dessous de — 80° et probablement au-dessous de — 100°. Ce dissolvant présente un intérêt spécial parce qu'il est un carbure saturé dépourvu d'affinité chimique, la





A = Diphénylamine.
B = Naphtaline.
C = Triphénylméthane.

naphtaline et le triphénylméthane sont à peu près dans les mêmes conditions. Les solubilités des corps que l'hexane dissout peuvent atteindre $\frac{100}{100}$ mais, dès — 50°, elles sont déjà moindres que 0,3 pour 100. Les solubilités de couples organiques ne suivent pas la même règle que les sels, elles sont représentées non par des droites, mais par des courbes. Cette particularité me paraît devoir être attribuée à l'extrême rapprochement des limites dans lesquelles *tout* le phénomène est compris. Ainsi la solubilité entière de la naphtaline dans le sulfure de carbone, depuis 0 pour 100 jusqu'à 100 pour 100, se développe dans un intervalle de 194°. Pour les sels

n'ayant pas les deux points limites, on observe à partir du point de congélation des segments droits qui s'étendent parfois dans un intervalle de 300° de température. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures d'acides bibasiques sur l'éther cyanacétique sodé. Éther succinodicyanacétique.* Note de M. **Th. Muller**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons montré dans une Note précédente (¹) qu'en faisant réagir le chlorure de succinyle sur l'éther cyanacétique sodé on obtient l'éther succinocyanacétique $C^4H^4O^2C\begin{cases} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{cases}$, poudre cristalline blanche, fondant à 125°-126°, insoluble dans le carbonate de soude. Ce corps n'est pas le seul qui se forme dans la réaction.

» Si l'on évapore l'éther ayant servi à la purification de l'éther succinocyanacétique, il reste une substance plus ou moins jaunâtre, mélangée à de l'éther cyanacétique; on lave avec très peu d'éther et l'on traite le produit par du carbonate de soude, il s'y dissout avec effervescence. On a donc affaire à un acide. Pour l'isoler et le séparer de l'acide succinique provenant de la décomposition du chlorure de succinyle non entré en réaction, on ajoute de l'acide acétique qui ne décompose pas les succinates; le nouvel acide se précipite aussitôt et il suffit de le laver deux ou trois fois avec de l'eau froide pour l'obtenir à l'état de pureté. L'analyse conduit à la formule de l'éther succinodicyanacétique, formé d'après l'équation

$$2\,CH(CAz)Na.CO^2C^2N^5 + \begin{matrix} CH^2.CO\,Cl \\ | \\ CH^2.CO\,Cl \end{matrix} = \begin{matrix} CH^2.CO.CH(CAz).CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH^2.CO.CH(CAz).CO^2C^2H^5 \end{matrix} + 2\,NaCl.$$

» L'éther succinodicyanacétique est une poudre blanche, cristalline, insoluble dans l'eau; l'éther chaud la dissout un peu et l'abandonne sous la forme de petites houppes constituées par de fines aiguilles. Ce corps est également soluble dans l'alcool bouillant et se reprécipite presque totalement pendant le refroidissement; ainsi purifié il fond à 135°-136°. Traité par l'eau bouillante, il se décompose, comme l'éther succinocyanacétique, en acide succinique et éther cyanacétique; on observe également un dégagement d'acide carbonique, dû à la décomposition de l'éther cyanacétique.

» Le nouveau produit est un véritable acide, décomposant les carbonates alcalins; il doit ces propriétés à la présence des groupes CAz, CO et

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1139.

$CO^2C^2H^5$ qui exercent leur influence négative sur l'hydrogène du groupe méthine. En un mot, l'éther succinodicyanacétique est l'analogue de l'éther acétylcyanacétique de MM. Haller et Held [1], de l'éther cyanosuccinique de MM. Haller et Barthe [2], de l'éther benzoylcyanacétique [3] et de l'éther cyanomalonique [4]. Ces derniers acides sont monobasiques; l'éther succinodicyanacétique est bibasique, ainsi que le prouve le titrage suivant : on a dissous $0^{gr},5$ d'éther succinodicyanacétique dans un excès de soude de titre connu; l'excès de soude a été titré avec de l'acide sulfurique, en présence de la phénolphtaléine; le virage est très net.

» Pour mieux caractériser le nouvel acide, nous avons préparé quelques sels.

» *Sel de sodium.* — On neutralise l'acide par la quantité équivalente de soude en solution aqueuse, puis on concentre au bain-marie, et l'on abandonne à la cristallisation; le sel sodique se dépose sous la forme de mamelons cristallins blancs, qu'on soumet à une nouvelle cristallisation. L'analyse conduit à la formule d'un sel disodique renfermant 5^{mol} d'eau de cristallisation, qu'il perd à 115° :

$$\begin{array}{l} \quad\quad\quad\quad\ \ /CAz \\ CH^2.CO.CNa.CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH^2.CO.CNa.CO^2C^2H^5 \\ \quad\quad\quad\quad\ \ \backslash CAz \end{array} + 5H^2O.$$

» *Sel d'argent.* — On le prépare en traitant le sel disodique par la quantité équivalente de nitrate d'argent. On obtient un beau précipité blanc, qui a été lavé à l'eau froide, puis séché dans le vide. C'est le sel diargentique anhydre; ce corps résiste bien à la température de 120°; il ne commence à se décomposer que vers 140°.

» *Sel de cuivre.* — Lorsqu'on traite le sel de soude par du sulfate de cuivre, il se forme un précipité vert; on recueille ce précipité sur un filtre, on le lave à l'eau froide et on le sèche sous cloche, en présence d'acide sulfurique; on obtient ainsi une poudre bleu-verdâtre, qui constitue le sel cuivreux de l'éther succinodicyanacétique, ainsi que le démontre le dosage de cuivre. Sa formule est donc

$$\begin{array}{l} \quad\quad\quad\quad\ \ /CAz \\ CH^2.CO.C.CO^2C^2H^5 \\ |\quad\quad\quad\quad\ | \\ |\quad\quad\quad\quad Cu^2 \\ |\quad\quad\quad\quad\ | \\ CH^2.CO.C.CO^2C^2H^5 \\ \quad\quad\quad\quad\ \ \backslash CAz \end{array} .$$

(1) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 235 et t. CV, p. 115.
(2) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1413.
(3) HALLER, *Comptes rendus*, t. CI, p. 1270.
(4) *Ibid.*, t. XCV, p. 142 et t. CV, p. 169.

» *En résumé*, dans l'action du chlorure de succinyle sur l'éther cyanacétique sodé, il se forme deux produits que l'on peut séparer au moyen du carbonate de soude : l'éther succinocyanacétique insoluble dans ce réactif, et l'éther succinodicyanacétique qui s'y dissout avec dégagement d'acide carbonique.

» Nous ne nous prononçons pas pour le moment sur la constitution de ces deux éthers succinocyanacétiques. Il est probable cependant, si l'on raisonne par analogie avec l'éther phtalocyanacétique, que l'éther succinocyanacétique $C^4H^4O^2 : C\begin{smallmatrix} / CAz \\ \backslash CO^2 \end{smallmatrix}C^2H^5$ possède une constitution dissymétrique

$$\begin{matrix} CH^2C \\ | \\ CH^2CO \end{matrix} \begin{matrix} \diagdown \\ \diagup \end{matrix} O : C \begin{matrix} \diagup CAz \\ \diagdown CO^2 \end{matrix} C^2H^5.$$

» Le rendement étant très faible, il ne nous a pas encore été possible d'étudier complètement ce composé.

» Quant à l'éther succinodicyanacétique qui se forme en plus grande quantité, si l'on envisage ses propriétés nettement acides, on ne peut guère lui attribuer d'autre formule que celle donnée plus haut et qui en fait un composé symétrique. Nous étudions en ce moment l'action de la phénylhydrazine sur ce produit, dans le but de mettre en évidence l'existence des carbonyles cétoniques.

» On sait, depuis les belles recherches de M. V. Anger [1], que le chlorure de succinyle se comporte, dans plusieurs réactions, comme s'il était formé d'une partie symétrique et d'une partie dissymétrique. Nos propres expériences confirment celles de ce savant, au moins au point de vue qualitatif [2]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les fonctions de l'acide hydurilique. Préparation des hydurilates de potasse.* Note de M. C. MATIGNON.

« L'acide hydurilique a été découvert par Schlieper et étudié surtout par M. Bæyer [3] dans ses remarquables recherches sur les uréides. Ce dernier

---

(1) Thèse; Paris, 1890.

(2) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy (laboratoire de M. Haller).

(3) *Annalen der Chem. und Pharm.*, t. CXXVII, p. 14.

savant donne l'acide hydurilique comme un acide puissant, capable de donner naissance à deux séries de sels, les sels acides et les sels neutres; toutefois, il n'a pu obtenir les sels de potasse : « Quand on ajoute de l'a-
» cide acétique à la solution alcaline d'acide hydurilique, dit-il, on obtient
» un composé contenant des quantités variables de potasse; de même,
» l'addition d'alcool fournit une substance contenant plus de potasse qu'il
» n'y en a dans le sel neutre. Il est frappant de voir cet acide, qui se dis-
» sout si facilement dans la potasse, posséder pour elle une si faible affi-
» nité. »

» J'ai préparé les deux sels de potasse; la valeur des fonctions acides connues et la découverte d'une troisième fonction acide faible ont mis en évidence la cause de l'insuccès de M. Bæyer.

» I. *Chaleur de dissolution de l'acide hydurilique.* — L'acide dissous dans deux équivalents de potasse, pour constituer le sel neutre en solution, m'a donné

$$C^8O^6Az^4H^6 \text{ sol.} + 2KOH \text{ diss.} = C^8O^6Az^4H^4K^2 \text{ diss.} + 2H^2O : +21^{Cal},8.$$

» La même quantité d'acide, dissoute successivement dans 3, 4, 16 molécules de potasse, a conduit aux résultats suivants :

	Cal
3KOH..................	+ 24,4,
4KOH..................	+ 25,9,
16KOH..................	+ 26,0.

» L'addition de 1 mol. de potasse à la solution du sel neutre au tournesol augmente la chaleur de dissolution de $+2^{Cal},6$; 2 ou un nombre plus grand de molécules produisent une augmentation de $+4^{Cal},1$; il en résulte qu'il existe dans l'acide hydurilique une troisième fonction acide, capable de donner naissance à des sels avec trois substitutions métalliques. Cette fonction, mesurée par l'équation thermique :

$$C^8O^6Az^4H^4K^2 \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} = C^8O^6Az^4H^3K^3 \text{ (diss. dans KOH)} + H^2O : +4^{Cal},1,$$

est très faible et donne un sel décomposable par l'eau, comme le montrent les expériences précédentes. En résumé :

$$(\alpha) \quad \left\{ \begin{array}{l} C^8O^6Az^4H^6 \text{ sol.} + 4KOH \text{ diss.} \\ = C^8O^6Az^4H^3K^3 \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} + 3H^2O : +26^{Cal},0. \end{array} \right.$$

» II. *Hydurilate monopotassique* $C^8O^6Az^4H^5K$. — Si l'on ajoute 3 molécules d'acide chlorhydrique à la solution d'acide dans 4 molécules de potasse, et qu'on évapore le mélange à chaud, il se dépose peu à peu une croûte très dure, constituée par des amas de petits cristaux, qui sont transparents au microscope, mais présentent des veines obscures qui les rendent tout à fait comparables aux ailes de mouche. Chauffés à 140°, ils ne changent pas de poids; leur analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé.
K..........................	13,04	13,35

» Ils sont d'une stabilité remarquable vis-à-vis de la chaleur.

» Ce sel monopotassique, dissous dans 3 molécules de potasse, m'a donné :

$$C^8O^6Az^4H^5K \text{ sol.} + 3KOH \text{ diss.} = C^8O^6Az^4H^3K^3 \text{ diss.} + 2H^2O + KOH \text{ diss.} : + 7^{Cal},8.$$

» La comparaison avec (α) permet de déduire la formation du sel à partir de l'acide et la base solides :

$$C^8O^6Az^4H^6 \text{ sol.} + KOH \text{ sol.} = C^8O^6Az^4H^5K \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} : + 32^{Cal},0.$$

» La première fonction acide de l'acide hydurilique est donc bien supérieure à celle des acides monobasiques ordinaires, acétique, benzoïque (22^{Cal}-23^{Cal}). M. Bæyer a montré qu'il était impossible d'obtenir l'acide hydurilique par la décomposition de son sel ammoniacal avec l'acide chlorhydrique : il reste toujours un peu d'ammoniaque liée à l'acide ; la grandeur de la fonction explique cette particularité : il se produit un état d'équilibre, en vertu duquel l'ammoniaque se partage entre les acides hydurilique et chlorhydrique.

» III. *Hydurilate bibasique* $C^8O^6Az^4H^4K^2.3H^2O$. — J'obtiens ce nouveau sel en évaporant une solution d'acide dans la quantité calculée de potasse, où il se dépose, à chaud, en petits cristaux groupés en hémisphères; à froid, en prismes transparents, isolés, bien nets, quelquefois colorés en rose. L'analyse donne :

	Trouvé.	Calculé ($3H^2O$).
K........................	20,05 20,21	20,31
Az........................	14,69	14,58

» Dans une cristallisation où la solution chaude avait été abandonnée à un refroidissement lent, il s'est déposé, outre les cristaux précédents, un énorme cristal prismatique brillant, à 5 molécules d'eau.

» L'hydurilate bibasique à 3 molécules d'eau, dissous dans 2 molécules de potasse, absorbe $4^{cal},2$,

$$\begin{aligned}&C^8O^6Az^4H^4K^2 3H^2O \text{ sol.} + 2KOH \text{ diss.}\\ &\quad = C^8O^6Az^4K^3 \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} + 3H^2O \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -4^{Cal},2.\end{aligned}$$

» La comparaison avec (α) donne l'équation caractéristique de la deuxième fonction acide

$$\begin{aligned}&C^8O^6Az^4H^5K \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol.} + KOH \text{ sol.}\\ &\quad = C^8O^6Az^4H^4K^2, 3H^2O \text{ sol.} : + 21^{Cal},7,\end{aligned}$$

fonction égale à celle des acides normaux carboxylés pour lesquels on a, par exemple, pour l'acide acétique, $21^{Cal},9$. M. Bæyer avait cherché à isoler un sel de potasse en ajoutant de l'acide acétique à une solution alcaline d'acide hydurilique, mais il n'avait obtenu que des composés contenant des doses variables de potasse ; l'égalité de la deuxième fonction hyduri-

lique et de la fonction acétique explique nettement ce résultat ; il doit s'établir, entre les deux acides, un équilibre variable avec leurs proportions, de sorte qu'on n'obtient qu'un mélange d'hydurilates monopotassique et dipotassique contenus dans un rapport quelconque.

» L'existence de la troisième fonction acide montre aussi pourquoi M. Bæyer n'a pas obtenu le sel bibasique en précipitant, par l'alcool, la solution alcaline de l'acide ; suivant les proportions d'eau et de potasse, le sel tribasique est dans un état de décomposition plus ou moins avancé ; l'alcool ne peut précipiter que des mélanges variables des sels bi et tribasiques, où la quantité de potasse, comme l'a trouvé M. Bæyer, est supérieure à la teneur du sel bipotassique.

» *En résumé*, l'acide hydurilique est tribasique ; il possède trois fonctions acides différentes : la première, comparable à celle des acides les plus forts de la Chimie organique ; la deuxième, du même ordre que celle des acides normaux carboxylés ; enfin une troisième, inférieure à la fonction faible de l'acide phosphorique. La connaissance de ces trois fonctions m'a permis d'expliquer toutes les remarques signalées par M. Bæyer. »

CHIMIE ANIMALE. — *Recherches sur les couleurs de quelques insectes*. Note de M. **A.-B. Griffiths**, présentée par M. Bouchard. (Extrait.)

« Les ailes des Lépidoptères et d'autres insectes contiennent un certain nombre de matières colorantes. On n'a étudié jusqu'ici qu'un seul véritable pigment, le pigment jaune des ailes de quelques Lépidoptères [1]

» J'ai déterminé la composition du pigment vert, dans les ailes des Lépidoptères suivants :

» Rhopalocera. — *Papilio* (plusieurs espèces). *Parthenos gambrisius. Hesperia. Limenitis pocris.*

» Noctuæ. — *Halias prasinana.*

» Geometræ. — *Larentia* (plusieurs espèces). *Cidaria miata.*

» Sphingidæ. — *Ino statices.*

» C'est toujours le même pigment qui a été fourni par chacun de ces insectes.

---

[1] Voir J.-G. Hopkins, *Proceedings of the Chemical Society of London*, p. 117 ; 1889. *Nature*, p. 197, vol. XLV ; 1891. M. Hopkins est toujours à la recherche de la nature du pigment jaune dans les ailes des Rhopalocères.

» On traitait d'abord les ailes par l'alcool chaud et l'éther : le pigment est insoluble dans ces réactifs. On faisait alors bouillir les ailes dans l'eau acidulée; on filtrait le liquide, que l'on concentrait ensuite par évaporation. Le pigment vert se séparait, comme une substance amorphe. Cette opération était répétée plusieurs fois.

» La moyenne de six analyses de ce pigment vert a donné des résultats répondant à la formule $C^{11}H^{12}Az^{8}O^{10}$.

» Ce pigment est un acide bibasique. Il se dissout dans les alcalis. Il est précipité par le nitrate argentique.

» La moyenne de trois analyses du sel d'argent de cet acide conduit à la formule $C^{11}H^{10}Ag^{2}Az^{8}O^{10}$.

» Ce sel d'argent se présente en aiguilles soyeuses incolores, très solubles dans l'alcool, insolubles dans l'éther. La solution alcoolique dévie à droite le plan de polarisation; son pouvoir rotatoire spécifique pour la raie D est

$$[\alpha]_D = +29^\circ.$$

» Par une longue ébullition avec de l'eau, le pigment acide donne de l'urée, de l'alloxane et de l'acide carbonique :

$$C^{11}H^{12}Az^{8}O^{10} + O^{2} = 2CH^{4}Az^{2}O + 2C^{4}H^{2}Az^{2}O^{4} + CO^{2}.$$

» Par l'action prolongée de l'acide chlorhydrique bouillant, le pigment se convertit en l'acide urique :

$$C^{11}H^{12}Az^{8}O^{10} = 2C^{5}H^{4}Az^{4}O^{3} + CO^{2} + 2H^{2}O.$$

» Il est très probable que ce pigment vert est dérivé de l'acide urique et qu'il est déposé dans les ailes par les cellules errantes, c'est-à-dire qu'il est de nature excrétoire. Je lui donne provisoirement le nom d'*acide lépidoptérique*. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action microbicide de l'acide carbonique dans le lait*. Note de MM. **Cl. Nourry** et **C. Michel**. (Extrait.)

« ... Il nous a paru résulter de nos expériences que :

» 1° Le lait saturé d'acide carbonique sous pression, et maintenu à froid, ne se coagule qu'au bout de huit jours, tandis que le lait ordinaire se caille dans les quarante-huit heures, délai maximum, en général.

» 2° Ce même lait, porté à des températures de 45°, 65° et 80°, se caille dans les conditions ordinaires.

» 3° Porté à la température de 120°, il se coagule aussitôt, au lieu de mettre le temps habituel.

» ... Il semble que l'acide carbonique n'ait pas réellement une action

microbicide, au sens entier du mot, mais qu'il entrave l'évolution microbienne. »

ZOOLOGIE. — *Sur un ganglion nerveux des pattes du* Phalangium opilio. Note de M. **Gaubert**, présentée par M. Milne-Edwards.

« On sait que les Crabes, les Araignées, les Faucheurs, etc. peuvent rompre, dans certaines conditions, leurs membres avec la plus grande facilité, et que la rupture est un acte réflexe indépendant de la volonté de l'animal.

» Mais, tandis que chez les Crabes, chez les Araignées, les parties des pattes détachées par *autotomie* (c'est ainsi que M. Léon Frédéricq a désigné l'amputation spontanée des membres) restent immobiles et à l'état de contraction, chez le Faucheur (*Phalangium opilio*), les parties amputées présentent pendant quelques minutes des mouvements convulsifs. Il était intéressant de déterminer la cause qui produit ces mouvements.

» La rupture des pattes du *Phalangium opilio* se fait entre le second et le troisième article, les articles étant comptés à partir de la base du membre. Cette rupture amène évidemment la section du nerf pédieux au même niveau. J'avais pensé que l'action de l'air sur le bout périphérique du nerf, ou l'action du sang qui, en sortant par la section de la patte, excitait mécaniquement le nerf, étaient la cause des mouvements convulsifs. Harless, Heidenhain, Faivre, M. Charbonnel-Salle ont, en effet, démontré que, si l'on sectionne un nerf, le bout périphérique présente une sensibilité plus grande que si l'on avait excité le nerf entier. Mais, si l'on sectionne de nouveau le nerf, on augmente de nouveau la sensibilité sur le bout périphérique.

» J'ai alors sectionné le propodite : les mouvements ont continué sur la partie formée par le méropodite, le carpopodite et une partie du propodite, mais le reste de la patte, qui aurait dû présenter des mouvements, est resté immobile. La section du quatrième article (carpopodite) a donné les mêmes résultats; celle du troisième (méropodite) a détruit tous les mouvements. Donc les mouvements convulsifs du membre ne pouvaient pas être dus à l'excitation du bout périphérique, puisque, dès que l'on pratiquait la section de la patte sur un point différent de celui où se produit l'autotomie, la partie périphérique de la patte restait à l'état de repos. En faisant des sections sur le troisième article, je me suis assuré qu'il suffisait de sup-

primer l'extrémité proximale de cet article, qui est légèrement renflée en cet endroit, pour faire cesser les mouvements; on obtient le même résultat en plongeant cette partie dans un acide énergique, comme l'acide sulfurique, ou bien en la détruisant avec un fer rouge.

» Examinant alors le nerf, j'ai constaté qu'il se ramifiait en ce point et donnait naissance à un filet nerveux. Sur le nerf pédieux et à l'origine du filet nerveux se trouvait un ganglion allongé. C'est ce ganglion nerveux qui produit les mouvements désordonnés de la patte détachée du corps par autotomie, et ce ne sont pas, comme on aurait pu le supposer, les excitations directes sur le nerf. Quand la patte fait partie du corps de l'animal, ce ganglion est probablement sous l'influence des centres supérieurs correspondant aux ganglions thoraciques. L'amputation de la patte lui rend son indépendance, et ce sont les excitations dues à l'air ou à la perte de sang qui sont, en somme, la cause des mouvements convulsifs [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Myxosporidies de la vésicule biliaire des Poissons. — Espèces nouvelles.* Première Note de M. **P. Thélohan**, présentée par M. Ranvier [2].

« Dans un travail récent [3], j'ai décrit, sous le nom de *Ceratomyxa sphærulosa*, une intéressante espèce de Myxosporidie trouvée pour la première fois, par M. Balbiani, dans la vésicule biliaire du *Galeus canis* et du *Mustelus vulgaris*.

» Je ne reviens pas ici sur la description de ce parasite, je rappellerai seulement quelques-uns de ses caractères principaux. Les spores, qui mesurent 90μ à 100μ de long sur 10μ à 12μ de diamètre à leur partie médiane, ont une forme très particulière : l'enveloppe est constituée par deux valves dont chacune représente un cône creux très allongé et qui sont soudées par leurs bases. Il y a deux capsules polaires, le plasma n'occupe que la cavité d'une des valves et est dépourvu de vacuole colorable par l'iode. Cette Myxosporidie est encore remarquable en ce que, à l'état adulte, son endoplasme est bourré de petites sphères claires de 3μ ou 4μ de diamètre, renfermant quelques granules d'un jaune brunâtre. Les masses plasmi-

(1) Travail du laboratoire de M. A. Milne-Edwards.

(2) Travail du laboratoire de M. Balbiani, au Collège de France.

(3) *Bulletin de la Société Philomathique;* 1892.

ques sont sphériques ou ovoïdes; l'ectoplasme émet des pseudopodes lobés à mouvements très lents. On ne rencontre jamais que deux spores dans le même individu.

» Dans la vésicule biliaire d'autres Poissons marins, j'ai observé des Myxosporidies dont les spores ressemblent complètement à celles de l'espèce précédente : elles sont seulement un peu plus petites. Toutefois, dans ces nouveaux parasites, les masses plasmiques présentent des caractères tout à fait spéciaux, qui doivent, je crois, les faire considérer comme des espèces distinctes se rapportant au même genre *Ceratomyxa*, caractérisé par la forme et les autres particularités des spores.

» Dans la vésicule biliaire du *Trygon vulgaris* (Concarneau, septembre 1892), j'ai rencontré un parasite à facies tellement spécial, que j'ai hésité d'abord sur sa véritable nature, et que la présence des spores au sein du plasma m'a seule permis de reconnaître avec certitude qu'il s'agissait bien d'une Myxosporidie. Ces spores sont semblables à celles du *Ceratomyxa sphærulosa*, mais plus petites (60^{μ} de longueur en moyenne), et l'on n'en trouve jamais plus de deux dans le même individu.

» Cet organisme peut revêtir des formes variables. Dans le cas le plus fréquent, c'est un corps allongé, pouvant atteindre 85^{μ} de long sur 20^{μ} de largeur maxima, à peu près cylindrique, un peu renflé à sa partie médiane, très atténué à l'une de ses extrémités qui se termine en pointe, arrondi à l'extrémité opposée, que l'on peut désigner sous le nom d'*extrémité antérieure*, puisque, comme on le verra, elle est toujours en avant pendant la progression. Le protoplasma est finement granuleux; la limite entre l'endoplasme et l'ectoplasme est presque impossible à distinguer.

» Au voisinage de l'extrémité antérieure se trouvent groupés un nombre variable de petits globules très réfringents de nature graisseuse. De cette extrémité, on voit partir de longs pseudopodes qui diffèrent notablement des pseudopodes des autres Myxosporidies. Ceux-ci, en effet, affectent d'ordinaire la forme d'expansions protoplasmiques lobées, à lobes plus ou moins aigus et toujours d'assez faible longueur. Ici, au contraire, ces productions, dont le nombre assez variable peut s'élever à six ou huit, sont complètement distinctes les unes des autres, et présentent l'aspect d'appendices presque filiformes dont l'épaisseur diminue progressivement depuis la base jusqu'à l'extrémité libre, qui se termine en pointe très effilée. De plus, ces pseudopodes acquièrent une longueur très considérable qui peut atteindre, et même dépasser, la moitié de la longueur du corps plasmique. Ils sont formés d'un plasma à granulations excessivement fines,

rappelant tout à fait l'ectoplasme des autres espèces : ce sont donc probablement, comme chez ces dernières, des productions ectoplasmiques. Ces appendices sont animés d'un mouvement assez rapide dans lequel ils décrivent un demi-cercle en se dirigeant toujours d'avant en arrière. Je n'ai pu voir si, arrivés au contact du corps, ils se fusionnent avec l'ectoplasme ou si, au contraire, parvenus au terme de leur course, ils se portent de nouveau en avant et continuent à exercer leurs fonctions motrices. En effet, grâce à ce mouvement des pseudopodes, la Myxosporidie se meut avec une rapidité relativement considérable : elle peut franchir en vingt-cinq secondes un espace égal à trois fois sa longueur. Le reste du corps demeure complètement immobile et ne joue aucun rôle dans la propulsion. Cependant il semble jouir d'une certaine contractibilité, ce que j'ai pu constater dans des cas où, l'extrémité antérieure étant venue buter contre quelque obstacle, j'ai vu le corps se replier pour contourner celui-ci.

» Quelques individus présentent une forme différente de celle que je viens de décrire : l'extrémité postérieure peut être renflée et arrondie; d'autres fois, elle est bifurquée, et cette division de l'extrémité postérieure peut être poussée très loin et le corps se termine alors par 7 ou 8 lobes effilés ou même davantage.

» Les pseudopodes sont toujours localisés à l'extrémité antérieure, au voisinage de laquelle on retrouve d'une façon constante l'amas de globules graisseux dont j'ai parlé plus haut. Je propose pour ce parasite du *Trygon* le nom de *Ceratomyxa agilis* (nov. sp.).

» Chez une autre Myxosporidie que j'ai rencontrée dans la vésicule biliaire du *Lophius piscatorius* (Roscoff, le Croisic, août, septembre 1892) les spores présentent les mêmes caractères que celles des espèces précédentes; mais ici elles mesurent en moyenne 65 μ sur 5 à 8. Les masses plasmiques présentent des caractères spéciaux qui différencient nettement ce parasite. Ces masses, arrivées à leur complet développement, revêtent des formes très irrégulières et très variables. Elles sont surtout remarquables par l'existence de longs prolongements immobiles et qui sont constitués par un axe endoplasmique, muni d'un revêtement d'ectoplasme. Ces prolongements partent d'une partie centrale de forme très variable; leur nombre varie de un à quatre ou cinq; leur longueur atteint le double du plus grand diamètre de la portion centrale, qui est le lieu de formation des spores; celles-ci, comme dans les espèces précédentes, ne se rencontrent qu'au nombre de deux dans chaque individu.

» Les pseudopodes sont lobés : ils naissent de l'ectoplasme de la masse centrale en un point qui n'a rien de fixe et qui peut changer d'un instant à l'autre.

» Je propose pour cette Myxosporidie la dénomination de *Ceratomyxa appendiculata* (nov. sp.). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les modifications de l'absorption et de la transpiration qui surviennent dans les plantes atteintes par la gelée.* Note de M. A. **Prunet**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que l'un des effets de la gelée sur les plantes est d'amener la dessiccation rapide des jeunes pousses. Ce phénomène paraît montrer que des modifications surviennent dans les parties gelées au moment du dégel, soit au point de vue de la transpiration, soit au point de vue de l'absorption, soit à la fois au point de vue de la transpiration et de l'absorption. Je me suis proposé de rechercher expérimentalement la nature et l'étendue de ces modifications et d'en déterminer les conditions et les diverses circonstances.

» Mes recherches ont porté sur la Vigne, la Fève, le Pêcher, le Poirier et le Chèvrefeuille (*Lonicera balearica* DC). Le refroidissement des portions de plantes en expérience était obtenu par l'évaporation rapide de l'éther à l'aide d'une trompe ou d'une soufflerie; en réglant convenablement la vitesse du courant d'air, on pouvait, d'une part, atteindre plus ou moins promptement la température désirée et, d'autre part, la maintenir constante aussi longtemps que cela était nécessaire. Le refroidissement était en général suffisamment intense et d'assez longue durée pour donner aux pousses et aux feuilles une certaine rigidité.

» Il résulte tout d'abord de ces recherches que, toutes choses étant égales, les pousses gelées, après le dégel, vaporisent dans le même temps, des quantités d'eau beaucoup plus considérables que les pousses non gelées. Deux exemples fixeront les idées.

» I. Une jeune pousse de Vigne portant quatre feuilles et dont l'extrémité inférieure était mastiquée dans un flacon plein d'eau, vaporisait dans une chambre noire, à 1^{m} d'un bec de gaz, une moyenne de 17^{mgr} d'eau par quart d'heure; après le refroidissement : premier quart d'heure : 108^{mgr}; deuxième : 87^{mgr}; troisième : 76^{mgr}; quatrième : 54^{mgr}; cinquième : 46^{mgr}; sixième : 39^{mgr}; septième : 34^{mgr}; huitième : 31^{mgr}.

» Au bout de deux heures, ce rameau complètement fané avait vaporisé 475^{mgr} d'eau et perdu 14,46 pour 100 de son poids. Dans le même temps, deux rameaux compa-

rables non refroidis, l'un mastiqué dans un flacon plein d'eau, l'autre dans un flacon vide, placés aussi à 1^m du bec de gaz, avaient, le premier, vaporisé 132^{mgr} d'eau et gagné 0,26 pour 100 de son poids, le second, vaporisé 115^{mgr} d'eau et perdu 3,57 pour 100 de son poids (température : 14°,4-15°; état hygrométrique : 58,5-59,5; température du réfrigérant : — 5°).

» II. Une feuille de Cerisier à pétiole mastiqué dans un flacon plein d'eau vaporisait au soleil, avant le refroidissement, une moyenne de 12^{mgr} d'eau par quart d'heure; après le refroidissement : premier quart d'heure : 123^{mgr}; deuxième : 76^{mgr}; troisième : 45^{mgr}; quatrième : 27^{mgr}; cinquième : 18^{mgr}; sixième : 19^{mgr}; septième : 18^{mgr}; huitième : 16^{mgr}. Cette feuille, en partie desséchée, avait alors vaporisé en tout 342^{mgr} d'eau et perdu 43,75 pour 100 de son poids. Deux feuilles comparables non refroidies, placées dans les mêmes conditions, avaient, dans le même temps, la première, vaporisé 98^{mgr} d'eau et perdu 0,62 pour 100 de son poids, la seconde, vaporisé 88^{mgr} d'eau et perdu 12,6 pour 100 de son poids (température du thermomètre à boule noire : 21°-22°,5; état hygrométrique : 60-61; température du réfrigérant : — 6°).

» Il était intéressant de savoir si cette énorme production de vapeur relève de la transpiration ou de l'évaporation. Des pousses et des feuilles ayant été placées, à leur sortie du réfrigérant, sous une cloche de verre renfermant de l'air saturé d'humidité n'ont pas vaporisé d'eau à la lumière. Les pertes d'eau éprouvées par les plantes gelées après le dégel sont donc le résultat non d'une transpiration comme on l'observe dans les plantes normales, mais d'une simple évaporation.

» Il résulte encore de mes recherches que l'absorption de l'eau par les pousses gelées est très réduite ou même nulle, au moins pendant les premières heures qui suivent le dégel, c'est-à-dire au moment même où la vaporisation présente une intensité considérable.

» J'ai constaté que, toutes choses étant égales et jusqu'à une certaine limite, d'ailleurs variable, l'absorption et surtout la vaporisation sont d'autant plus modifiées que le refroidissement a été plus intense et de plus de durée.

» Dans les plantes non gelées, une élévation rapide de la température accroît l'intensité de la vaporisation et peut, d'autre part, ralentir ou même supprimer momentanément l'absorption; mais ce serait commettre une erreur que d'attribuer simplement à cette même cause les modifications que je viens de signaler dans la vaporisation et l'absorption des plantes gelées. L'expérience suivante est, à cet égard, très instructive :

» Deux jeunes pousses de Poirier comparables, que je désignerai l'une par A, l'autre par B, furent placées dans la chambre obscure : A à 1^m du bec de gaz, B plus près et à une distance telle que le thermomètre à boule noire marquât, au contact de B, 2° de plus qu'au contact de A. Dans ces conditions, A vaporisait par quart d'heure 11^{mgr}

d'eau et B, 13^{mgr}. La température de A fut alors abaissée et maintenue égale à —4° pendant une demi-heure; la température de B fut maintenue pendant le même temps égale à —2° [1]. A leur sortie du réfrigérant, les deux rameaux furent replacés dans leur position primitive. Or, bien que leur température eût été élevée de la même quantité et en même temps, les deux rameaux vaporisèrent des quantités d'eau fort inégales.

» *Rameau A.* — Premier quart d'heure : 102^{mgr}; deuxième : 91^{mgr}; troisième : 78^{mgr}; quatrième : 55^{mgr}; cinquième : 48^{mgr}; sixième : 37^{mgr}.

» *Rameau B.* — Premier quart d'heure : 19^{mgr}; deuxième : 17^{mgr}; troisième : 16^{mgr}; quatrième : 15^{mgr}; cinquième : 14^{mgr}; sixième : 14^{mgr}.

» A ces inégalités correspondaient des différences profondes dans la manière d'être des deux rameaux. Tandis que A noircissait et se desséchait, B conservait sa couleur verte et sa turgescence. Le rameau A seul avait été gelé.

» Les résultats de cette expérience et le fait signalé plus haut, de la transformation dans les plantes gelées de la fonction transpiratoire en une simple évaporation, montrent que l'arrêt ou, du moins, le ralentissement de l'absorption et l'accroissement de la vaporisation qui se manifestent dans ces plantes au moment du dégel, ne peuvent pas être simplement attribués à une élévation plus ou moins rapide et plus ou moins considérable de la température, mais tirent leur origine de modifications profondes apportées dans les propriétés des éléments anatomiques par le refroidissement.

» La coexistence, au moment du dégel, d'une évaporation intense et d'une absorption faible ou nulle, et les diverses circonstances susceptibles de modifier la valeur, soit de l'absorption, soit de l'évaporation, intensité et durée du refroidissement, température, état hygrométrique, expliquent la dessiccation plus ou moins rapide des bourgeons ou des jeunes pousses des plantes gelées. »

BOTANIQUE. — Æcidiconium, *genre nouveau d'Urédinées*. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Duchartre.

« Une Urédinée parasite des aiguilles du *Pinus montana* produit, dans les conditions normales de la végétation, un appareil conidien analogue à celui qui, chez l'*Endophyllum Sempervivi*, apparaît dans un milieu insolite (voir *Comptes rendus*, t. CXV, p. 895) [2].

---

(1) Dans toutes ces expériences, le flacon était maintenu en dehors du réfrigérant.

(2) Ce champignon a été découvert par M. Bartet, inspecteur des forêts, dans un reboisement remontant à une dizaine d'années, situé à une altitude approximative de

» Pour bien définir la situation du Champignon, rappelons la structure de la feuille du *Pinus montana*. L'écorce est formée de grandes cellules dont les parois minces, lâchement unies entre elles, présentent des replis saillants dans la cavité cellulaire. Seules les assises limitantes se composent d'éléments étroits, intimement soudés entre eux. Les cellules sécrétrices sont entourées d'éléments scléreux. Les cellules contiguës au cordon axile forment une gaîne endodermique ininterrompue. Au contact de l'épiderme épaissi, lignifié et revêtu d'une cuticule, l'assise externe de l'écorce s'organise en une couche différenciée à la façon de l'endoderme, assez nettement définie pour mériter le nom d'*exoderme*. Les cellules exodermiques, aplaties, munies d'une paroi mince, faiblement lignifiées, contractent d'étroites relations avec l'épiderme qu'elles suppléent dans son rôle aquifère sacrifié à la sclérose.

» Le mycélium du parasite envahit tous les méats intercellulaires de l'écorce foliaire, sans introduire dans les cellules vivantes autre chose que des suçoirs, sans franchir l'endoderme, ni l'exoderme, ni la gaîne des canaux à résine. Il se compose de cellules à noyau unique, placées bout à bout, formant des filaments ramifiés, irrégulièrement contournés, dont le diamètre assez uniforme est de 4^{μ} à 5^{μ}. Il élargit les espaces intercellulaires en étreignant les cellules corticales, en s'insinuant entre les deux feuillets primitivement accolés des replis de la membrane. Le mycélium devient très puissant vers la périphérie, surtout aux points où il porte des fructifications. Alors les cellules à chlorophylle sont dissociées et tuées. Les filaments du Champignon forment sous l'exoderme un pseudo-parenchyme, sorte de stroma qui sert de base aux fructifications.

» Les fructifications soulèvent l'épiderme doublé par l'exoderme et forment des tumeurs brunes tranchant sur le fond vert de la feuille. Cette coloration est due aux cellules exodermiques qui, soustraites aux échanges nutritifs, perdent leur contenu clair, transparent et le remplacent par une masse granuleuse, opaque, brunâtre.

» Ces tumeurs sont de deux sortes : les unes sont produites par des æcidioles, les autres par des corbeilles à téleutospores.

» L'æcidiole est elliptique, bombée. Elle a près d'un millimètre de longueur. Une fissure longitudinale divise en deux le dôme formé au-dessus d'elle par l'épiderme doublé de l'exoderme. Du fond aplati de l'æcidiole, se détachent les filaments sporifères inclinés vers la fente médiane et réduits à un diamètre de 2^{μ}. A leur extrémité, le noyau subit des bipartitions répétées. Trois ou quatre noyaux sont placés à la file sous le sommet. Puis, chacun d'eux s'isole par un étranglement basipète dans une spore elliptique mesurant 4^{μ} sur 2^{μ}.

» La corbeille à téleutospores, d'abord arrondie, s'étire, atteint une longueur de 5 à 8^{mm}, sur une largeur voisine de 1^{mm}. Une ou deux fissures longitudinales, irrégulières dans leur situation comme dans leur étendue, mettent la fructification en communication avec l'extérieur. A travers ces fissures, on aperçoit, parfois, des débris de membranes blanchâtres, lacérées ou désagrégées en une poussière farineuse.

1600^{m}, au Laou-d'Esbas, près de Bagnères-de-Luchon. Très compétent dans les questions de Pathologie végétale, M. Bartet a pu me procurer les échantillons les plus convenables pour l'étude de ce parasite.

Du stroma homogène qui tapisse le fond des corbeilles à téleutospores se détachent deux sortes d'éléments.

» Les plus abondants forment des excroissances plus ou moins saillantes, planes ou bombées, circulaires ou allongées en bourrelets sinueux. Leurs éléments ne diffèrent des filaments du stroma que par leur direction ascendante. Ces excroissances sont tapissées par un appareil conidien comprenant, comme celui des *Endophyllum*, des paraphyses et des tubes sporifères. Les paraphyses cloisonnées, rameuses, ne dépassent pas $1^{\mu},5$ de diamètre. Les tubes ayant, comme les filaments végétatifs, un calibre de 4 à 5^{μ}, se terminent par une conidie portée par un court stérigmate. La conidie, unicellulaire, présente une couleur brun-violacé clair, une membrane lisse et peu épaisse. D'abord ovoïde, elle devient presque sphérique, avec un diamètre de 10^{μ} à 11^{μ}. Placée dans une solution nutritive, elle germe dès les premières heures.

» Dans l'intervalle des bourrelets conidiens, le stroma typique se prolonge en filaments beaucoup plus larges, mesurant de 8^{μ} à 12^{μ} de diamètre. En se soudant, ces filaments simulent un parenchyme palissadique, à surface irrégulière. L'extrémité libre des filaments prend la structure des téleutospores d'*Endophyllum*. La membrane stratifiée présente une couche moyenne différenciée en petits cylindres, comme dans beaucoup de spores æcidiennes. Ces éléments sporiformes, incolores, se disposent en files plus ou moins longues, ou bien il s'en forme un seul. Souvent même, le sommet seul s'épaissit sans que la cellule terminale se différencie.

» Dans certaines régions, généralement allongées en bandes parallèles au bord de l'hyménium conidien, et intercalées aux îlots de cet hyménium, plusieurs rangs de filaments développent, en progression croissante, leurs éléments sporiformes, qui restent soudés entre eux. Le rang moyen se prolonge en un voile comprenant une seule épaisseur de cellules à parois sculptées, tandis que les rangs suivants supportent le voile comme une sorte de soubassement en forme de talus, composé d'éléments de même structure.

» Dans les portions où les grosses cellules à membrane sculptée ne forment pas un voile, leur lamelle moyenne se dissout et met en liberté les cellules hérissées des cylindres de la couche intermédiaire, rendue superficielle. Ainsi se produit la poussière farineuse visible à l'œil nu.

» Le voile blanc, formé de cellules stériles qui ne sont que des spores modifiées pour protéger la fructification, a la même origine et la même valeur que la pseudopéridie de beaucoup d'Æcidies.

» Les caractères du voile et des cellules dissociées, rapprochés de la structure, de la situation et du genre de vie du mycélium, permettent de ranger le parasite du *Pinus montana* parmi les Urédinées, au voisinage des *Endophyllum*.

» Ce qui est spécial à ce Champignon, c'est la prédominance de l'appareil conidien sur les spores appartenant aux types définis de la plupart des Urédinées. Les homologues des téleutospores et des éléments æcidiens, en tout ou en partie stériles, jouent essentiellement un rôle protecteur. La

multiplication et la dissémination sont normalement assurées par les conidies qui, dans les autres genres, n'ont été observées qu'une fois, encore dans des conditions exceptionnelles.

» Cette déviation résulte de la situation spéciale du parasite. D'après les observations de M. Bartet, les fructifications se montrent principalement sur les aiguilles âgées de trois ou quatre ans. A cette période, l'épiderme doublé de l'exoderme forme une couche protectrice puissante et réalise naturellement un milieu confiné analogue à celui que j'ai obtenu artificiellement en enfermant les *Sempervivum* chargés d'*Endophyllum* dans une boîte d'herborisation.

» L'avortement des téleutospores et le développement corrélatif de l'appareil conidien, anormaux chez les autres Urédinées connues, deviennent le trait le plus caractéristique de l'organisation du parasite du *Pinus montana*. Cette propriété justifie la création d'un genre nouveau. Le nom d'Æcidiconium rappellera son caractère distinctif. En appelant l'espèce *Æcidiconium Barteti*, je veux reconnaître les services que mon collaborateur a rendus à la Cryptogamie. »

GÉOLOGIE. — *Sur la classification et les parallélismes du système miocène.* Note de M. **Ch. Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie des principaux résultats d'un voyage géologique que j'ai entrepris, sous ses auspices, en Suisse, en Bavière, en Autriche-Hongrie et en Italie, dans le but de comparer les formations néogènes de ces contrées avec celles de la France, et de faire servir ces comparaisons à un essai de coordination générale des étages dans le terrain miocène.

» Mes recherches ont été dirigées dans deux voies principales : d'une part, j'ai essayé de paralléliser, dans le détail, les diverses assises miocènes d'*origine marine* de ces pays; d'autre part, je me suis efforcé de rattacher d'une manière précise à chacun des horizons marins les *facies terrestres* qui leur correspondent et qui sont caractérisés par les faunes de Mammifères successives de l'*horizon des sables de l'Orléanais,* de celui *de Sansan* et enfin de celui *de Pikermi.*

» I. Il faut distinguer, dans le miocène marin, un grand *étage inférieur* avec l'horizon si riche des faluns de Saucats et de Léognan à la base, et celui de la mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* au sommet. Le pre-

mier de ces horizons répond à une première phase de transgression encore peu prononcée de la mer miocène qui, dans le bassin du Rhône, n'a pas dépassé au nord le département de la Drôme, tandis qu'avec l'horizon supérieur, elle a pénétré en Dauphiné, en Savoie, en Suisse et de là, par la Bavière, jusque dans le bassin extra-alpin de Vienne (couches de Horn ou premier étage méditerranéen de M. Suess). Je désignerai ce premier groupe naturel de couches sous le nom d'étage *Burdigalien,* à cause de la belle faune marine des environs de Bordeaux.

» La faune de Mammifères de ce niveau a encore un cachet *archaïque* par la présence de l'*Anthracotherium,* du *Paleochœrus,* de l'état peu avancé d'évolution des Cervidés, comme l'a fort bien montré M. le professeur Gaudry (*Faune des sables de l'Orléanais en France et d'Eggenburg en Autriche*).

» II. Un deuxième étage a pour type l'horizon fossilifère le plus important de la mollasse suisse, l'*horizon de Saint-Gall et de Berne,* où apparaît *Cardita Jouanneti.* Il peut être désigné sous le nom d'*Helvétien* et il correspond au maximum de transgression de la mer miocène qui envahit la Touraine, le plateau du Randen, les environs d'Ulm. En Autriche, il correspond aux *sables de Grund* (base du second étage méditerranéen), précédés par le *schlier,* horizon gypso-salifère, et il est représenté en Italie par les sables verts *de la Superga* à Turin, précédés aussi par un *schlier*, dit *langhien.* Dans le bassin du Rhône, une masse de sables et de grès terminée par l'*horizon de Visan,* à *Pecten vindascinus,* est l'équivalent de ce second étage.

» Les Mammifères de ce niveau, trouvés dans les lignites d'Eibiswald, en Styrie, contiennent la faune typique de l'*horizon de Sansan,* à caractères franchement miocènes.

» III. La régression de la mer miocène commence avec le troisième étage ou *tortonien*, dans lequel la mer du bassin du Rhône (couches de Cucuron et Cabrières) est séparée de celle de Vienne (Leithakalk et marnes de Baden) par une large région exondée où s'est formée la *mollasse d'eau douce supérieure* de Suisse et de Bavière. La faune des Mammifères de cet horizon (la Grive Saint-Alban, Steinheim, etc.) ressemble beaucoup à celle de Sansan, avec seulement une nuance un peu plus jeune dans son ensemble.

» IV. Cette même faune persiste dans l'étage *sarmatique* du bassin du Danube, dont on ne connaît pas d'équivalent exact dans l'Europe occidentale.

» V. Enfin, avec l'étage *pontique* ou des *couches à Congéries* de Vienne, apparaît une faune de Mammifères tout à fait nouvelle, la faune à *Hipparion* ou de Pikermi, qui acquiert son maximum d'expansion dans les *graviers fluviatiles du Belvédère* par lesquels se termine le miocène de Vienne.

» Les couches saumâtres à *Helix Christoli* de Cucuron et les *limons terrestres à Hipparion* du Léberon représentent en France ce même étage, avec la même faune terrestre de l'horizon de Pikermi. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur l'existence de la microgranulite et de l'orthophyre dans les terrains primaires des Alpes françaises*. Note de M. P. TERMIER, présentée par M. Mallard.

« Si l'on fait abstraction du granite et de la granulite, et si l'on met de côté les roches vertes (gabbros, diabases, diorites, euphotides, serpentines), très communément interstratifiées dans les schistes antérieurs au houiller, les seules roches franchement éruptives signalées jusqu'ici dans les terrains primaires des Alpes françaises sont des porphyrites et des mélaphyres. Les porphyrites, connues depuis fort longtemps dans le houiller du Briançonnais, forment quelques rares filons dans le permien de la Savoie, et d'autres filons, moins rares, mais toujours plus importants, dans les gneiss granulitiques du Pelvoux (Combeynot, col du Sellar). Les mélaphyres ont été étudiés par Lory; ils constituent, dans les Alpes du Dauphiné (vallée du Drac, Valbonnais, Valjouffrey, Valgaudemar), des coulées puissantes à la partie supérieure du trias : les variétés amygdaloïdes se trouvent dans toutes les collections sous le nom de *spilites du Drac*.

» Dans le courant de l'été de 1892, de nombreuses courses effectuées, pour le service de la Carte géologique détaillée de la France, dans les massifs du Pelvoux et des Grandes-Rousses, m'ont permis de reconnaître que la série porphyrique des Alpes françaises est, en réalité, beaucoup plus complète. La microgranulite apparaît dans le massif de Combeynot, au sud du col du Lautaret, sous la forme de gros dykes perçant les schistes azoïques granulitisés ($X\gamma_1$) ou la granulite schisteuse ($\gamma_1 X$).

» D'autre part, dans la grande bande houillère qui flanque du côté de l'est le haut massif des Grandes-Rousses, d'énormes coulées d'orthophyre alternent avec les grès et les poudingues.

» Voici, en attendant une description complète, quelques indications sommaires sur ces roches intéressantes.

» Microgranulites. — A l'œil nu : Roche très blanche, dure, à cassure esquilleuse. Aspect euritique. Pâte très fine, dans laquelle nagent des cristaux d'orthose plus blancs que la pâte, et des grains parfois bipyramidés de quartz; quelques débris anguleux de schistes azoïques durs et noirs.

» Au microscope : I. *Apatite, zircon, fer oxydulé :* tous trois peu abondants. *Mica noir* généralement altéré, parfois transformé en chlorite; il est d'ailleurs peu abondant, et les piles sont de faibles dimensions. Grands cristaux de feldspath atteignant 7^{mm} à 8^{mm} de longueur; les plus volumineux appartiennent à l'*orthose,* le plus grand nombre semble appartenir à l'*oligoclase.* La plupart des cristaux d'orthose présentent la mâcle suivant la loi de Carlsbad; quelques-uns ne présentent aucune mâcle. Traces d'*anorthose,* pas de microcline. L'oligoclase présente les mâcles croisées de l'albite et du péricline. *Quartz* abondant, bipyramidé, généralement rongé et corrodé par la pâte.

» II. Pâte microgranulitique, en fine mosaïque, sans apparence fluidale. Cette pâte semble renfermer plus de quartz que d'orthose. Pas de micropegmatite, ni d'auréole à extinction totale autour des quartz. Quelques très rares lamelles de muscovites.

» Dans le système de notations proposé par M. Michel-Lévy, la formule de la roche est la suivante : $\overline{\Pi\beta - M\, t_1 a_2 \underline{a_1 q}}$. C'est une microgranulite typique rappelant certaines espèces de la Loire, intermédiaires entre les microgranulites communes et les eurites.

» Les morceaux de schistes englobés dans la roche éruptive présentent sur leurs bords un mélange de leurs matériaux et de ceux de la microgranulite.

» *Gisement.* — Filons nombreux, dirigés sensiblement est-ouest, ayant jusqu'à 100^{m} et plus d'épaisseur, et pouvant se suivre sur une longueur de 500^{m} à 1000^{m}. Ces filons percent des gneiss granulitiques qui proviennent de la transformation par la granulite d'assises très anciennes. Quelques bancs de poudingues injectés de veinules granulitiques s'observent au milieu des gneiss : l'ensemble forme le massif de Combeynot, qui s'élève jusqu'à 3163^{m} d'altitude, immédiatement au sud du col du Lautaret (route de Grenoble à Briançon). Les filons de microgranulite sont situés sur le versant nord du massif, dans les arêtes rocheuses qui dominent les sources de la Guisane.

» Orthophyre. — A l'œil nu : Roche d'un vert clair [1], souvent bleuâtre, aspect très analogue à celui des phonolites, sauf la division tabulaire; la pâte a l'éclat cireux, la cassure esquilleuse et la semi-translucidité des pâtes de phonolites. Cette pâte englobe des cristaux plus ou moins nombreux de feldspath. Dans certaines variétés, ces feldspaths sont très petits. Sur la plupart des lamelles feldspathiques on voit les stries fines caractéristiques des feldspaths tricliniques. Nombreux débris de schistes verdâtres, de grès houiller, plus rarement de gneiss. A la roche éruptive sont associés de véritables tufs.

» Au microscope : I. *Apatite* extrêmement abondante, en cristaux volumineux, généralement fusiforme, renfermant de nombreuses inclusions brunes irrégulièrement

---

[1] C'est la *pierre bleue* exploitée dans les alluvions de la vallée d'Arves pour pierres de taille, croix, etc.

concentrées. Quand ces inclusions sont très serrées, on voit qu'elles ont le polychroïsme et la biréfringence du mica noir. Je ne doute pas qu'elles n'appartiennent à ce dernier minéral. *Zircon* très répandu, en prismes terminés. Très peu de *fer oxydulé*. *Mica noir* en piles peu épaisses, fréquemment déchiquetées et presque toujours très altérées. Les produits de cette altération sont : le mica blanc, la chlorite, la magnétite, l'hématite, et peut-être un peu de quartz. *Feldspaths* souvent très volumineux (jusqu'à $0^m,01$ de longueur), presque toujours arrondis et rongés sur les bords : fréquemment cassés. Quelques individus appartiennent à l'*orthose*, mais le plus grand nombre sont tricliniques. L'*oligoclase* prédomine; il est accompagné de labrador. Beaucoup de cristaux sont zonés. Les feldspaths sont fréquemment kaolinisés. Le quartz de première consolidation est très rare.

» II. *Pâte fluidale* formée de microlites feldspathiques généralement dépourvus de mâcles, rectangulaires et s'éteignant en long. A ces microlites d'orthose se mélangent quelques microlites d'oligoclase en petit nombre. Les microlites d'orthose ne présentent pas d'aplatissement spécial parallèlement à g^1. Aux microlites s'associent des plages feldspathiques sans contour défini, analogues à celles de deuxième consolidation de la microgranulite. Pas de microlites magnésiens. Dans les interstices des microlites feldspathiques, on aperçoit, aux forts grossissements, quelques petites lamelles de mica, qui semblent provenir de l'éparpillement des piles anciennes.

» La formule de la roche est donc $\text{II}\,\mu - \overline{F_5 F_6 M\, t_2 \underline{t_1 a_1}}$. Il importe de noter l'absence du pyroxène et de l'amphibole, et la rareté relative du mica noir. Au lieu que les orthophyres du Plateau central sont riches en magnésie, ceux que je décris sont presque exclusivement feldspathiques. L'abondance de l'apatite et du zircon est un caractère commun à la plupart des orthophyres.

» Les tufs sont semblables aux *grès porphyriques* de la Loire. Ce sont des mélanges de fragments de grès ou de schistes avec les éléments de la roche éruptive.

» *Gisement*. — Les orthophyres forment des nappes puissantes dans le houiller, tout le long du synclinal houiller qui va du Freney d'Oisans à Saint-Sorlin d'Arves, sur le versant oriental des Grandes-Rousses. Les couches houillères (¹), comprises dans des schistes azoïques granulitisés, sont presque partout verticales. Au Freney même, sur la route de Grenoble à Briançon, on exploite la roche éruptive pour les empierrements. Au Château-Noir, sur l'Alpe de Sarennes, l'épaisseur de la bande orthophyrique atteint 500^m. Au voisinage du col de la Croix-de-Fer, la formation, faite de couches plongeant de 60° à 80° vers l'est, a plus de 1^{km} de largeur.

» Au Freney, et vers le point 2939 (Château-Noir), l'orthophyre contient des galets d'une porphyrite labradorique. Bien que cette dernière roche soit fort altérée, on peut constater qu'elle diffère notablement des porphyrites du Pelvoux, lesquelles sont probablement permiennes.

» Aucun fait ne permet de dire quelle est la plus ancienne des deux

(¹) Des empreintes végétales, trouvées à Chatagouta et à la Balme, semblent indiquer que ces couches sont contemporaines de celles de Rive-de-Gier.

roches qui font l'objet de cette Note. Si les choses se sont passées comme dans le Plateau central, l'antériorité appartient à l'orthophyre. La *série hercynienne* des roches éruptives, dans les Alpes françaises, serait alors la suivante, jusqu'à nouvelle découverte :

» Porphyrites, orthophyres et microgranulites (houiller); nouvelles porphyrites (permien); mélaphyres (trias). »

MINÉRALOGIE. — *Sur les modifications minéralogiques effectuées par la lherzolite sur les calcaires du jurassique inférieur de l'Ariège. Conclusions à en tirer au point de vue de l'histoire de cette roche éruptive.* Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« L'origine éruptive de la lherzolite des Pyrénées est aujourd'hui admise d'une façon générale. Cette opinion, vraie en elle-même, est cependant basée sur des considérations inexactes; je me propose d'en donner une démonstration rigoureuse.

» Tous ceux qui ont étudié en place la lherzolite ont été frappés, d'une part, par sa situation constante au milieu des massifs de calcaires cristallins (secondaires) et, de l'autre, par la fréquence dans ces calcaires de minéraux dont le *dipyre* est le plus habituel. Ces deux faits ont conduit à attribuer à l'action de la lherzolite éruptive la production de ces diverses substances cristallisées. Je ferai remarquer, en passant, que ce raisonnement est le même que celui qui a fait attribuer par quelques géologues ces mêmes minéraux à l'action du granite que l'on observe, au port de Saleix, dans des conditions stratigraphiques identiques. J'ai montré que ces granites [1] étaient antérieurs aux calcaires qui en renferment des galets et que, par suite, ils n'avaient pu développer dans les roches sédimentaires aucun phénomène de métamorphisme. Or, il en est de même pour la lherzolite.

» En effet, j'ai pu constater que, dans presque tous les gisements de lherzolite que j'ai étudiés depuis quatre ans, sur toute l'étendue de la chaîne des Pyrénées, les calcaires cristallins supérieurs, à leur contact avec la lherzolite, renferment des galets de cette roche. Quelquefois, comme à l'étang de Lherz, on trouve même une véritable brèche dont les

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1468; 1891. Une partie de ces roches est constituée non par du granite, mais par du gneiss.

éléments sont en grande partie empruntés à la lherzolite. Plus on s'éloigne du contact et plus ces galets lherzolitiques deviennent rares. A l'étang de Lherz, j'en ai encore rencontré des fragments, dans le calcaire, à 50m du contact; localement on trouve, dans les calcaires, de véritables *graviers lherzolitiques,* constitués par les minéraux les moins altérables de la roche (*spinelle, diopside, enstatite, hornblende*). Il est donc incontestable que la lherzolite est antérieure à ces calcaires cristallins supérieurs qui, d'après les travaux de M. de Lacvivier dans l'Ariège, doivent être attribués au jurassique supérieur. L'origine des minéraux que renferment ces calcaires doit par suite être recherchée en dehors d'une action de contact.

» J'ai relevé au bois de Fajou, près Caussou (Ariège), une coupe fort remarquable montrant le contact de la lherzolite avec les calcaires argileux du lias moyen [1], qui forment le soubassement des calcaires cristallins supérieurs dont il vient d'être question. Cette coupe met hors de doute la nature éruptive de la lherzolite. Ce contact n'est visible que sur une vingtaine de mètres, en haut d'un ravin difficile d'accès. Le calcaire est profondément modifié, sans avoir cependant perdu sa schistosité. Les inégalités de composition originelle des divers lits est rendue manifeste par la variété des minéraux nouvellement formés. On observe des alternances de bancs de calcaire très cristallin, pauvre en minéraux, et des lits ou nodules entièrement silicatés, présentant les plus grandes variations dans la nature et dans les dimensions de leurs éléments constitutifs.

» On peut cependant distinguer deux types principaux. Le premier forme des roches à aspect pétrosiliceux, très compactes, mais assez fragiles, brunâtres. L'examen microscopique montre que ces roches sont en grande partie formées par des plages globuleuses de *dipyre,* englobant un nombre considérable de paillettes de *biotite* ou de grains de *pyroxène;* souvent ces roches sont rubannées, et alors chacun des éléments, qui viennent d'être énumérés, s'isole en veines distinctes, ou bien ils se mélangent en toutes proportions. Le sphène est parfois abondant; assez rarement, on voit apparaître un feldspath triclinique basique et la roche prend alors l'apparence d'un gneiss à pyroxène.

» Le second type est extrêmement micacé; des cristaux irréguliers de *dipyre* sont disséminés au milieu d'une masse, constituée par de petites

---

(1) Ces calcaires ne renferment pas de fossiles en ce point, mais leur position stratigraphique permet de les assimiler aux assises fossilifères du lias moyen, connues dans la région.

paillettes de *biotite* et de grains de *pyroxène*. Le rutile, le spinelle vert et surtout l'amphibole sont localement très abondants. Enfin quelques échantillons renferment en grande quantité de petits cristaux de *tourmaline bleue*, que l'on ne s'attendait guère à trouver dans ces conditions.

» Ces deux types passent, du reste, l'un à l'autre, et l'on trouve toutes les transitions possibles entre eux et les calcaires, pauvres en silicates. La structure de ces agrégats minéraux rappelle d'une façon frappante celle de certains des blocs micacés, rejetés par la Somma et provenant comme eux de la transformation de calcaires.

» Notons enfin que les géodes de ces roches métamorphisées sont fréquemment tapissées de beaux cristaux de zéolites (chabasie, stilbite).

» J'ai observé un contact du même genre près d'Escourjeat, dans la haute vallée de Suc. Enfin, c'est sans doute à des phénomènes du même genre qu'il y a lieu de rapporter des modifications analogues, mais peu intenses, que nous avons observées, M. de Lacvivier et moi, dans des calcaires du même âge au voisinage de la lherzolite de Prades (Ariège).

» *En résumé*, l'étude du ravin de Fajou m'a permis de démontrer que la lherzolite est bien éruptive et de décrire les intéressantes modifications qu'elle exerce sur les calcaires du jurassique inférieur. D'autre part, l'antériorité de la lherzolite par rapport aux calcaires cristallins supérieurs de la haute Ariège a été établie. Si l'âge, attribué à ces divers calcaires par les stratigraphes qui ont étudié cette région, est exact, l'apparition de la lherzolite aurait eu lieu entre le lias supérieur et le jurassique supérieur. L'absence de fossiles ne permet pas, pour l'instant, de serrer la question de plus près. »

GÉOLOGIE. — *Sur la distribution géographique, l'origine et l'âge des ophites et des lherzolites de l'Ariège.* Note de M. DE LACVIVIER, présentée par M. Fouqué.

« Les ophites et les lherzolites ne sont pas disséminées sans ordre dans l'Ariège, elles affectent au contraire certaines directions, formant comme des traînées plus ou moins régulières et continues, orientées sensiblement du sud-est au nord-ouest. On peut en distinguer quatre, dont nous ferons connaître l'allure et signalerons les principaux jalons, en allant du sud au nord du département.

» La première ligne d'ophites passe par Caussou, Appi, Vicdessos et se termine à la vallée de Rouzé;

» La deuxième commence à Arnave, va à Massat, Aleu, Seix et peut se relier à celles qui existent dans le Castillonnais;

» La troisième ligne part de Montségur, passe à Saint-Antoine, longe la route de Foix à Saint-Girons et aboutit à Lacourt;

» La quatrième ligne, dirigée plus au nord, se montre entre Montgauch, Marsoulas, et Salies-du-Salat, dans la Haute-Garonne.

» La plupart de ces lignes d'ophites sont situées dans le voisinage des roches anciennes et de quelques-unes des failles les plus importantes qui sillonnent les terrains de la haute Ariège.

» Les lherzolites, dont l'extension est moins considérable, se montrent toutes sur une même ligne allant de la région de Prades à celle de Vicdessos et aboutissant à l'étang de Lherz.

» Ce rapide exposé, qui trouvera son complément dans un travail de plus longue haleine, montre que les ophites et les lherzolites ont un grand développement dans l'Ariège; elles ont dû jouer un rôle important dans le relief actuel du sol, car elles sont en relations avec les différents termes des séries primaire, secondaire et tertiaire, si bien que les travaux de la plupart des géologues qui ont étudié ces roches tendent à démontrer que leur apparition s'est prolongée depuis l'époque du trias jusqu'à celle du miocène. Nos propres observations établissent qu'il y a des ophites dans le silurien, le dévonien, le carbonifère, le trias, qu'elles sont en contact, sur quelques points, avec le jurassique, le crétacé inférieur, et que, dans certaines localités, on les trouve dans le voisinage du crétacé supérieur et même du tertiaire.

» Les lherzolites accompagnent un terrain que Charpentier avait désigné sous la dénomination de *calcaires primitifs*.

» Il ne faut pas conclure de la présence des ophites dans de nombreux termes de la série sédimentaire qu'elles sont contemporaines des terrains dans lesquels elles sont enclavées. Leur nature éruptive peut faire supposer qu'elles ont dû exercer des actions métamorphiques sur les formations à travers lesquelles elles se sont épanchées. Or, les faits de ce genre sont peu nombreux. Nous n'en avons observé qu'un seul dans les terrains primaires; le trias et le jurassique paraissent avoir été le siège de quelques-uns de ces phénomènes, et il n'y en a pas trace plus haut dans la série géologique.

» A Saint-Antoine, sur la route de Foix à Tarascon, il y a une masse d'ophite qui a traversé le dévonien. Au contact de cette roche, le calcaire

est altéré et plus loin les couleurs vives des assises font reconnaître les griottes.

» Entre la Bastide-de-Sérou et Ségalas, près du hameau de Canol, on observe des mamelons ophitiques qui supportent tantôt des lambeaux de marnes irisées, tantôt, sur d'autres points, les bancs de l'infralias ou une brèche qui représente le lias inférieur dans l'Ariège. Au contact de l'ophite, la brèche est entièrement formée à ses dépens. Plus haut, les calcaires de l'infralias et l'ophite entrent en parties à peu près égales dans la constitution des assises, et enfin le calcaire domine et la roche éruptive finit même par disparaître. Sur quelques points, on peut voir au-dessus de l'ophite la succession suivante : marnes irisées, infralias, lias inférieur, celui-ci supportant le lias moyen fossilifère. A Ségalas, où les mêmes faits s'observent, l'ophite massive empâte des roches diverses, des calcaires rougeâtres et des morceaux de porphyrite.

» On peut conclure de ce qui précède que la roche éruptive est plus ancienne que l'infralias. La présence du gypse fait supposer qu'elle a traversé les calcaires du trias en les métamorphisant. Comment expliquer après cela la présence de l'ophite dans le voisinage de formations plus récentes, telles que le crétacé et même le tertiaire? Les mouvements du sol, les érosions et les failles ont pu établir les relations anormales de certains pointements ophitiques avec les différents termes des terrains plus récents que le trias.

» Partout, sauf à Montgauch, les marnes irisées accompagnent les buttes d'ophite qui sont enclavées dans le crétacé ou avoisinent le tertiaire. Ces marnes, qui ne représentent pas le trias, d'après quelques géologues, et auraient été entraînées par l'ophite ou résulteraient de la transformation d'autres roches (hypothèses auxquelles l'observation des faits ne donne pas grande valeur), ressemblent absolument à celles dont l'âge n'est pas contesté. Leurs nuances sont variées, elles renferment les cristaux de quartz bipyramidés et enfin leur stratification est évidente. Si elles étaient venues avec les ophites, nous aurions des masses confuses dont une portion quelconque présenterait toutes les couleurs. Enfin, presque sur tous les points où l'on rencontre la roche éruptive, les marnes irisées l'isolent des terrains jurassiques, crétacés ou tertiaires. Là où il n'en est pas ainsi, l'existence de failles suffit pour expliquer le contact.

» On peut conclure de ce qui précède que les ophites de l'Ariège sont contemporaines du trias, aucun fait précis n'établissant qu'elles soient plus anciennes. Il est à supposer que de nouvelles observations montreront

qu'il en est de même dans toutes les Pyrénées et en Espagne. Dans les Alpes, les roches de même nature occupent une place non contestée au sommet du trias et cet argument n'est pas sans valeur, ainsi que M. de Lapparent l'a fait justement remarquer ([1]).

» Les lherzolites sont plus récentes que les ophites. Elles se trouvent dans des calcaires dolomitiques, qui doivent être rapportés au jurassique et où il est facile d'observer trois niveaux de ce terrain : à la base, une brèche qui représente le lias inférieur, à la partie moyenne des assises schisteuses et calcaires fossilifères, et, au sommet, une brèche et des calcaires blancs. Les couches schisteuses du lias moyen sont dures, luisantes, avec veines cristallines et filons de quartz, ainsi que nous l'avons observé, en compagnie de M. Lacroix, au col de Saleix, où nous aurions cru avoir affaire à des roches primaires, si nous n'avions pas découvert dans ces assises les fossiles caractéristiques du lias moyen. Les bancs inférieurs de la série qui les surmonte sont formés par une brèche dont les éléments ont été empruntés à la lherzolite. Au-dessus, il y a un mélange de fragments de cette roche et de calcaire blanc, et enfin celui-ci domine et finit même par constituer exclusivement la brèche; à la partie supérieure, on ne voit plus que des bancs de calcaire. Il se passe donc ici ce que nous avons déjà signalé pour l'ophite, et l'on peut supposer que la lherzolite, venue après le dépôt du lias moyen, a fourni ses premiers éléments au jurassique supérieur. »

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques sur le Creux de Souci (Puy-de-Dôme).* Note de M. **Paul Gautier**, présentée par M. Fouqué.

« La Communication de MM. Martel, Delebecque et Gaupillat ([2]) a de nouveau appelé l'attention sur l'abîme naturel, appelé *Creux de Souci,* qui traverse la coulée de lave du volcan de Montchalme, au sud du lac Pavin. D'autre part, les travaux exécutés sous les ordres de M. Berthoule, maire de Besse, permettent un accès relativement facile dans le gouffre.

» Le 15 novembre 1892, nous sommes descendus, avec MM. Berthoule et Bruyant, sur l'île qu'on aperçoit de l'orifice de la voûte de ce gouffre.

([1]) De Lapparent, *Traité de Géologie,* p. 1154; Savy.

([2]) E.-A. Martel, A. Delebecque et G. Gaupillat, *Sur le gouffre du Creux de Souci* (*Puy-de-Dôme*) (*Comptes rendus,* 4 juillet 1892).

Nous n'avons éprouvé aucun symptôme d'asphyxie et nos bougies ont conservé toute l'intensité de leur flamme, même à la surface de l'eau. Il n'y avait donc plus aucune trace d'acide carbonique.

» Ce qui a particulièrement fixé notre attention, c'est la structure intérieure du gouffre.

» A l'aide d'un bateau improvisé, nous avons pu parcourir le lac souterrain et une exploration, en suivant le cordon d'éboulis laviques qui borde son rivage, nous a permis de relever, sur la paroi de la caverne la coupe suivante :

	Coupole de la voûte...	Lave de la coulée de Montchalme.
8 à 10^m	Ligne de repos........	Lave scoriacée mélangée de blocs d'argile cuite.
	»	Argiles sableuses cuites et remaniées.
	»	Argiles sableuses non altérées, disposées en lits parallèles inclinés N.-S.
	»	Mélanges de scories basaltiques et d'argile.
	»	Conglomérat de blocs de basalte ancien (et d'andésite ?).
		Surface de l'eau.
	Eau................	Profondeur maxima : 9^m,55.

» Ces argiles, très sableuses, sont rubéfiées à la partie supérieure sur une épaisseur de 1^m environ, au contact de la lave. Elles contiennent de nombreux débris arénacés de granite et gneiss, ainsi que des fragments anguleux de plus forte dimension de ces mêmes roches, d'andésite et de basalte ancien. Cette dernière roche est surtout abondante vers la base de la falaise S.-O. Le conglomérat étant placé au niveau de l'eau, il nous a été impossible de nous rendre compte de la nature des dépôts qui le supportent ; mais il annonce, par le volume de ses éléments, la proximité du basalte des plateaux sur lequel s'est épanchée la coulée de Montchalme. Il serait donc le résultat du remaniement par les eaux d'une coulée ancienne (le basalte des plateaux), et constitue une zone formée d'éléments incohérents, très perméable.

» La grotte n'est donc pas uniquement pratiquée dans la lave ; elle est constituée par un bassin profond (19^m à 20^m) creusé dans des argiles stratifiées reposant sur le basalte ancien (β^1 de la feuille de Brioude) ou sur le gneiss qui le supporte. La lave forme, il est vrai, la partie supérieure du gouffre, mais, d'après le volume et la nature des éboulis qui recouvrent les argiles du pourtour et encombrent le fond du lac, il est évident que la concavité de la coupole n'est due qu'à la chute des fragments de lave, après l'enlèvement des argiles sur lesquelles cette lave reposait primitivement.

» Les sondages pratiqués dans le lac indiquent que, du côté du nord,

la profondeur est de $1^m,50$ sur une largeur de 4^m au maximum, tandis que, du côté diamétralement opposé, le talus de l'île s'enfonce graduellement à une profondeur maximum de $9^m,55$, l'île étant à 25^m de la paroi. Il existe donc de ce côté une espèce d'entonnoir qui s'enfonce dans les couches argileuses et les conglomérats basaltiques que nous avons décrits.

» Pour nous, les argiles enfermées dans le Creux de Souci occupent le fond d'une vallée qui descend vers Compains, vallée creusée dans le basalte (β^2), ainsi qu'en témoignent les conglomérats basaltiques inférieurs, et remplie par les débris triturés des andésites et gneiss du plateau voisin.

» Ces argiles furent recouvertes par la coulée du Montchalme qui s'épancha dans cette vallée, et les eaux qui descendent sous cette coulée ont en ce point lavé les argiles pour se perdre ensuite, par quelque fissure, à travers les éboulis des basaltes anciens sous-jacents.

» Il s'est produit ainsi sous la lave un espace vide et, comme dans les nombreuses grottes creusées sous les laves du pays, la coulée qui surmontait cet espace s'est lentement éboulée par fragments volumineux qui ont couvert le fond du lac et son rivage. Enfin, une perforation s'est constituée par amincissement graduel sur un point de la voûte et les matériaux meubles provenant de la Cheire ont glissé par ce trou et ont constitué l'île actuelle, correspondant exactement à cet orifice. L'examen de la face inférieure de la lave qui forme le dôme, et surtout le contact des parties latérales avec les argiles cuites, ne laissent aucun doute sur la formation du dôme par dislocation progressive de cette partie de la coulée. Quant au rapport du fond du lac avec une couche perméable, il est rendu obligatoire par ce fait que nous n'avons pu trouver (et les observateurs qui nous ont précédé ont pu faire la même remarque) aucune trace de courant à la surface du lac et aucune indication d'un déversoir. En outre, les conditions particulières dans lesquelles on trouve ce lac ne permettent pas d'invoquer l'influence de l'évaporation pour expliquer la déperdition de l'eau.

» Comme il est facile de constater qu'à la limite des laves et des argiles s'échappent des filets d'eau, et que, par les lithoclases de la voûte, tombe constamment une pluie de gouttes ou de ruisselets suivant la saison, il faut admettre un apport très variable d'eau dans le lac. On ne peut expliquer le maintien du niveau dans des limites données qu'en supposant un point par lequel se fait lentement la sortie du liquide. L'observation montre que les niveaux successifs du lac indiqués sur la paroi varient, suivant la saison, d'environ $2^m,50$; ce qui nous oblige à placer dans les conglomérats basal-

tiques du fond le lieu où se fait l'épuisement graduel des eaux apportées au lac.

» Le Creux de Souci s'est donc formé par l'action lente et graduelle des eaux qui occupent la face inférieure de toutes nos coulées laviques, et le point de départ du creusement est sans doute une de ces fissures si fréquemment observées dans les terrains recouverts par les laves. Peut-être aussi doit-on voir là un des moyens d'alimentation des sources de Compains et même du lac de Montcyneire, placé à près de 100^m en contre-bas de la partie la plus profonde du Creux de Souci. Le relevé des cotes ci-dessous et la direction d'inclinaison des couches d'argile semblent appuyer cette manière de voir :

Altitude du rebord de l'entonnoir extérieur (Martel)	1275
» du niveau de l'eau du lac (Martel)	1242
» du fond du lac	1242 — 9,55 = 1232,45
» du niveau moyen du basalte des plateaux voisins	1231
» du lac Pavin, placé au nord du Creux de Souci	1197
» du lac Montcyneire, placé au sud	1174
Direction de l'inclinaison des couches d'argile à l'intérieur de Souci	N.S.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, vacante par le décès de M. *Léon Lalanne,* présente la liste suivante :

En première ligne . . . . M. **Laussedat.**

En seconde ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique* . . . .
M. **Brouardel.**
M. **Adolphe Carnot.**
M. **Ch. Lauth.**
M. **de Romilly.**
M. **Rouché.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 novembre 1892.

Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste, par H. Poincaré, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences. Tome II : *Méthodes de MM. Newcomb, Gyldén, Lindstedt et Bohlin,* 1er fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. 2e série. Tome XVI, octobre 1892. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 fasc. in-8°.

Résumé des travaux de M. Manen, Ingénieur hydrographe en chef de la Marine. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 br. in-8°.

Traité de navigation précise pratique mise à la hauteur des besoins de la navigation rapide, par M. Aved de Magnac, capitaine de vaisseau. 1er volume : *Navigation estimée.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Flore de la Polynésie française, par E. Drake del Castillo. Paris, G. Masson, 1892; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Illustrationes floræ insularum maris Pacifici, auctore E. Drake del Castillo; fasciculus septimus et ultimus. Parisiis, venit apud G. Masson, 1892; atlas gr. in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Ministère des Travaux publics. Album de Statistique graphique de 1892. Paris, Imprimerie nationale, 1892; in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Carl Wilhem Scheele. *Efterlemnade bref och anteckningar,* ut gifna af A. E. Nordenskiöld. Stockholm, 1892; 1 vol. in-4°.

Physiologie. Travaux du laboratoire de Charles Richet, professeur à la Faculté de Médecine de Paris. Tome I : *Système nerveux; Chaleur animale.* Paris, F. Alcan, 1893; 1 vol. in-8°.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire. Tome XXI (année 1891). Melun, 1891; 1 vol. in-8°.

Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies. Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. Rapport général,* par Alfred Picard, Inspec-

teur général des Ponts et Chaussées, Président de section au Conseil d'État, *Pièces annexes, Actes officiels, Tableaux statistiques et financiers*. Paris, Imprimerie nationale, 1892; 1 vol. in-4°.

Mémoires et Comptes rendus de la Société royale du Canada pour l'année 1891. Tome IX. Montréal, Dawson frères; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 21 novembre 1892.)

Note de M. *Stanislas Meunier :* Sur une expérience qui paraît procurer une imitation artificielle de la gémination des canaux de Mars :

Page 902, ligne 10, *au lieu de* lumineuse, *lisez* nébuleuse.